

Adam POSTAWA

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

CZY POLSCE GROZI PROBLEM ROKU 2013?; OŁÓW W WODACH PRZEZNACZONYCH DO SPOŻYCIA

WILL POLAND BE AFFECTED BY THE PROBLEM OF 2013?;
LEAD IN DRINKING WATER

Study on metals concentrations in tap water is still on the beginning stage in Poland. Results of national drinking water quality monitoring performed by Sanitary Inspection in previous years proved that in some cities in Poland lead concentrations exceed parametric values set by revised EU drinking water directive (98/83/EC) for the year 2013, despite lead was not frequently used as a plumbing material in Poland. Tap survey based on random daytime sampling revealed that on average 9.4% of collected samples show lead concentrations above 10 µg/l. In some cities the percentage of non-compliant samples reaches 60%. Obtained results suggest that numerous water companies in Poland may be forced to undertake serious corrective measures to keep the 10 µg/l lead standard thus to avoid the problem of 2013.

1. Wprowadzenie

Wprowadzona w 1998 roku Dyrektywa Rady 98/83/WE z dnia 3 listopada, w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, ustaliła dopuszczalne stężenie ołowiu w wodach przeznaczonych do spożycia na poziomie 25 µg/l. Jest to standard przejściowy, obowiązujący maksymalnie do grudnia 2013 roku. Po tym terminie granica zostanie obniżona do 10 µg/l. Dyrektywa kładzie też nacisk na utrzymanie odpowiedniej jakości wody w punkcie poboru przez końcowego użytkownika – kranie konsumenta [3].

Wskazania dyrektywy zostały zaimplementowane w rozporządzeniach Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi z dnia 29 marca 2007 roku i z dnia 20 kwietnia 2010 roku [30, 31]. Polskie przepisy wprowadzają zastrzony standard dla zawartości ołowiu już z dniem 1 stycznia 2013 roku.

Dla części firm zaopatrzenia w wodę w Polsce może stanowić problem. Dotyczy to szczególnie niektórych miast Polski gdzie stężenia ołowiu w wodzie przeznaczonej do spożycia zwierają się w przedziale od 10 µg/l do 25 µg/l.

Może dojść do sytuacji, że dnia na dzień woda, która do tej pory spełniała wszystkie wymagania jakościowe stanie się w świetle przepisów niezdatna do spożycia i to bez jakiegokolwiek zmiany jej składu chemicznego.

Dodatkowym problemem jest sposób pobierania próbek wody przeznaczonej do spożycia. W większości przypadków próbki, jeżeli nawet pobierane są z kranów użytkowników, następuje to po przepłukaniu instalacji. Taka procedura, choć zgodna z normami ISO 5667, w praktyce uniemożliwia wykrycie ołowiu pochodzącego z przyłącza lub instalacji wewnętrznej budynku. Jeżeli przyjęto by, polecaną przez wielu europejskich naukowców i praktyków zajmujących się problemami monitoringu jakości wody przeznaczonej do spożycia, procedurę opróbowania losowego (RDT) pozwoliłoby to na ustalenie rzeczywistej skali problemu występowania ołowiu przy utrzymaniu kosztów prowadzenia tych badań na akceptowalnym poziomie.

2. Ołów w życiu człowieka

2.1. Zastosowanie ołowiu

Ołów jest metalem znanym człowiekowi od wielu stuleci. Ze względu na swoje właściwości fizyczne, trwałość, odporność na czynniki chemiczne i łatwość obróbki był chętnie stosowany w różnych celach. Już starożytni Rzymianie stosowali ołów przy budowie systemu zaopatrzenia w wodę. Wykładali nim koryta niektórych akweduktów, używali go do wytwarzania rur, zbiorników na wodę, kotłów i innych naczyń a nawet pucharów, z których pili wino. Używali też octanu ołowiu (II) zwanego cukrem ołowiowym do dosładzania napojów.

W czasach bardziej nam współczesnych ołów ciągle ma szerokie zastosowanie. Służy do produkcji płyt akumulatorowych, baterii, kabli, rur, amunicji (rdzeni pocisków), śrutu myśliwskiego i do wiatrówek, balastu, szkła „kryształowego”, do wykładania komór, wież i wanien przy produkcji kwasu siarkowego, jako stabilizator w produkcji tworzyw sztucznych, do produkcji pestycydów. Stosuje się go do wykonywania ekranów zabezpieczających przed promieniowaniem rentgenowskim i promieniowaniem gamma, przy wytwarzaniu witraży i niektórych farb, jako składnik lutów. Jeszcze pod koniec XX wieku mosiądz ołowiowy (MO59) był używany do produkcji rur wodociągowych. Nawet obecnie stopy nazywane „bezołowiowymi” mogą zawierać do 8% ołowiu w swoim składzie.

Na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu ołów został wyeliminowany z wielu zastosowań. Najbardziej spektakularne było zaprzestanie w stosowania Tetraetyloołowiu (zwanego zwyczajowo czteroetylkciem ołowiu), jako środka podnoszącego liczbę oktanową benzyn silnikowych. Ograniczono także znacznie stosowanie ołowiu do wytwarzania farb antykorozyjnych (popularna „minia”).

Przez wiele wieków rury wodociągowe były wytwarzane z ołowiu. Dzięki łatwej obróbce i trwałości ołów wydawał się być idealnym materiałem do tego celu. Ołowiem wykładano też zbiorniki na wodę. Powszechne stosowanie ołowiu w systemach zaopatrzenia w wodę trwało do czasów II wojny światowej, kiedy to priorytetowym zastosowaniem ołowiu stała się produkcja amunicji.

Również w okresie powojennym, aż do lat 80-tych XX wieku, ciągle używano w niektórych krajach, rur ołowianych do wykonywania przyłączy i instalacji wewnętrznych. Szacuje się, że w skali Unii Europejskiej około 25% gospodarstw domowych zaopatrywanych jest w wodę poprzez wykonane z ołowiu rury magistralne, przyłącza i/lub instalacje wewnątrz budynków [12]. W Polsce wykorzystanie ołowiu w instalacjach wodociągowych nie było tak powszechne jak w innych krajach. Według opublikowanego w 2002 roku raportu NIK zarejestrowano zaledwie 12,3 km rur ołowianych w Gdańsku [14]. Mogłoby się, zatem wydawać, że problem występowania ołowiu w systemach zaopatrzenia w wodę w naszym kraju nie powinien wystąpić. Z informacji uzyskiwanych od pracowników przedsiębiorstw wodno-kanalizacyjnych w większych miastach Polski wynika jednak, iż w wielu budynkach, szczególnie powstałych w okresie międzywojennym, przyłącza a często także fragmenty instalacji wewnętrznych wykonane są z ołowiu. Ołów jest składnikiem lutów używanych do łączenia odcinków instalacji wykonanych z miedzi, był powszechnie używany do uszczelniania połączeń rur żeliwnych, wchodzi też często w skład stopów używanych do produkcji korpusów kranów.

2.2. Toksyczne właściwości ołowiu

Toksyczne działanie ołowiu na organizm człowieka (ołowica) jest znane prawie tak długo jak sam ołów. Do pierwszych odnotowanych przypadków zatrucia ołowiem doszło jeszcze za czasów imperium rzymskiego.

Związki ołowiu są trucizną kumulującą się w organizmie. Zaabsorbowane związki ołowiu przenikają do krwiobiegu, gdzie ołów wbudowuje się do erytrocytów. 25-40% wchłoniętego ołowiu przenika do tkanek miękkich, około 15% do kości. Pozostała część jest wydalana. Czas przybywania w tkankach miękkich wynosi około 30 dni, a w kościach 40-90 lat u dorosłego człowieka. W kościach kumulowany jest w postaci związków koloidalnych i krystalicznych, może być z nich uwalniany pod wpływem zaburzeń metabolicznych lub stresu. Związki ołowiu utrudniają działanie enzymów wewnątrzkomórkowych i w efekcie powstrzymują syntezę kwasów nukleinowych. Wywołuje to zaburzenia wielu przemian metabolicznych, zaburzenia tworzenia krwi i nadciśnienie tętnicze. Wystąpić także mogą zakłócenia w psychice i układzie nerwowym, co objawia się agresywnością i zaburzeniem w odbieraniu wrażeń (encefalopatia ołowicza). Związki ołowiu wpływają negatywnie na układ rozrodczy, co stwarza ryzyko pojawienia się genetycznych zmian chorobowych wśród dzieci oraz uszkodzenia mózgu, powodujące opóźnienie umysłowe [6, 15, 23].

Z początku zatrucie ołowiem objawia się ogólnym osłabieniem organizmu, bólami głowy, nudnościami oraz dolegliwościami sercowymi. W ostrym zatruciu (kolka ołowicza), następuje patologia narządów wewnętrznych oraz zaburzenie działania obwodowego układu nerwowego. Objawami przewlekłej ołowicy jest niebieskoczarne zabarwienie dziąseł, bladoszary odcień skóry oraz anemia. Ołów przyczynia się do powstania nowotworów żołądka, jajników, nerek, białaczek, mięsaków limfatycznych.

Szczególnie niebezpieczny jest wpływ ołowiu na organizmy dzieci. Ze względu na stosunkowo niewielką masę ciała toksyczne oddziaływanie jest silniejsze niż u dorosłych. W efekcie dochodzi do obniżenia IQ, zaburzeń wzrostu, występować mogą także objawy hiperaktywności, ADHD, wzrost agresywności, zachowania aspołeczne [4, 5, 7, 8, 9, 10, 20].

3. Ewolucja standardu dla ołowiu w wodzie przeznaczonej do spożycia

3.1. Zalecenia WHO

Światowa Organizacja Zdrowia wydała w 1958 roku pierwszy dokument dotyczący jakości wody przeznaczonej do spożycia, pod tytułem „*WHO International Standards for Drinking-water*” [32]. WHO zaleciła przyjęcia maksymalnego dopuszczalnego stężenia ołowiu na poziomie 100 µg/l. Była to wartość oparta na przesłankach zdrowotnych. W 1963 roku wartość maksymalnego dopuszczalnego stężenia ołowiu obniżono do 50 µg/l [33], jednak w kolejnym wydaniu „*Standardów*” [34] powrócono do wartości 100 µg/l gdyż uznano, że w wielu krajach konsumenci spożywają wodę o takiej zawartości ołowiu bez widocznych negatywnych skutków zdrowotnych. Ponadto osiągnięcie niższego poziomu ołowiu w wodach przeznaczonych do spożycia nie było możliwe z przyczyn technicznych, bowiem w systemach zaopatrzenia w wodę używano rur ołowianych.

W roku 1984 WHO wydała pierwszą edycję „*Guidelines for Drinking-water Quality*” [35]. Rekomendowana, oparta na przesłankach zdrowotnych zawartość ołowiu w wodzie przeznaczonej do spożycia została ustalona na poziomie 50 µg/l.

W drugim wydaniu „*Guidelines for Drinking-water Quality*” zaproponowano graniczne stężenie ołowiu na poziomie 10 µg/l [36]. Wartość ta została ustalona, przez JECFA (Wspólny Komitet Ekspertów FAO/WHO ds. Dodatków do Żywności), dla niemowląt i dzieci, na podstawie tymczasowego dopuszczalnego tygodniowe pobrania ołowiu ze wszystkich źródeł, bez szkody dla zdrowia (PTWI). Uznano, że wartość ustalona w oparciu o dane dotyczące niemowląt, jako grupy najbardziej wrażliwej, będzie wystarczającą ochroną także dla innych grup wiekowych.

Wartość 10 µg/l została utrzymana także w trzecim wydaniu „*WHO Guidelines...*” wydanym w roku 2004 [37].

W najnowszym wydaniu, z roku 2011 WHO zachowało wartość 10 µg/l, lecz nadało jej status wartości tymczasowej [38]. Według zweryfikowanej oceny JECFA wartość ta nie stanowi już dostatecznej ochrony i podjęte powinny zostać wszelkie możliwe działania w celu dalszego zredukowania zawartości ołowiu w wodzie przeznaczonej do spożycia. Działania te powinny zmierzać do całkowitego wyeliminowania ołowiu z instalacji dostarczających wodę oraz stosowania inhibitorów korozji. Utrzymanie rekomendowanej zawartości 10 µg/l dopuszczono z powodu uwarunkowań technicznych na etapie uzdatniania wody i możliwości analitycznych.

3.2. Dyrektywy Unii Europejskiej

Dyrektywy Unii Europejskiej opierają się generalnie na zaleceniach Światowej Organizacji Zdrowia i ustalają dopuszczalne stężenia ołowiu w wodach przeznaczonych do spożycia na poziomach podobnych jak WHO.

Historycznie pierwszą dyrektywą związaną z wodami przeznaczonymi do spożycia była dyrektywa 75/440/EWG [1], która ma ona ciągle status dokumentu obowiązującego. Ustala ona dopuszczalne stężenie ołowiu w wodach powierzchniowych,

ujmowanych na potrzeby produkcji wody pitnej, na poziomie $50\mu\text{g/l}$ dla wszystkich kategorii wód ujmowanych (A1, A2, A3).

W 1980 roku wydana została dyrektywa 80/778/ECC [2] dotycząca jakości wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi. Dopuszczalna zawartość ołowiu określona została na poziomie $50\mu\text{g/l}$ w wodzie bieżącej. Należy podkreślić, że dyrektywa ta wyraźnie określa sposób pobierania próbek wody do badań – próbki należy pobierać po przepłukaniu instalacji. Działania zapobiegawcze zaleca się podejmować jeżeli stwierdzone zostaną czyste wystąpienia ołowiu w stężeniach przekraczających $100\mu\text{g/l}$.

Od roku 1998 weszła w życie zmodyfikowana dyrektywa Rady 98/83/WE [3]. Wprowadza ona wartość parametryczną dla ołowiu na poziomie $25\mu\text{g/l}$. Wartość ta obowiązywać ma w okresie od 5 do 15 lat od momentu wejścia w życie dyrektywy. Po upływie 15 lat wartość parametryczna dla ołowiu zostaje zaostrzona do $10\mu\text{g/l}$. Wartość stosuje się do próbki wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi pobranej z kranu w taki sposób, by była reprezentatywna dla średniej tygodniowej spożywanej przez konsumentów.

3.3. Przepisy krajowe

Wymagania dotyczące jakości wód przeznaczonych do spożycia są w Polsce określone w rozporządzeniach Ministra Zdrowia. Nasze przepisy są generalnie zbieżne z wytycznymi WHO i światowymi trendami.

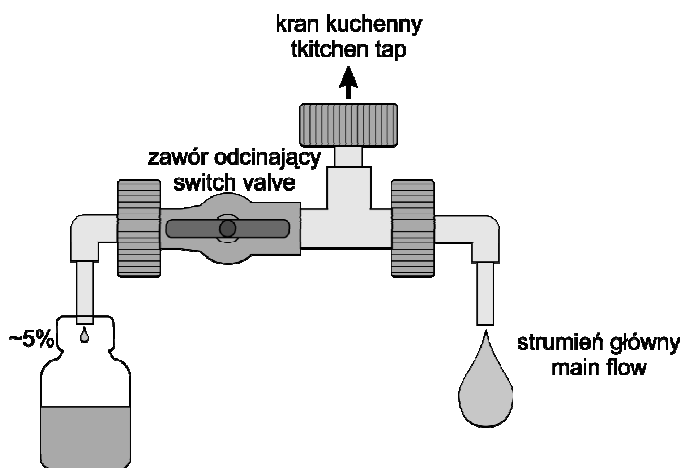
W rozporządzeniu Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z 1961 roku dopuszczalna zawartość ołowiu w wodzie przeznaczonej do picia ustalona została na $0,1\text{ mg/l}$ [25]. Ta wartość utrzymana została także w rozporządzeniu z roku 1977 [26].

W roku 1990 kolejne rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej obniżyło dopuszczalną zawartość ołowiu w wodach pitnych do $0,5\text{mg/l}$ [27] i stan taki trwał do roku, 2000 kiedy to rozporządzenie Ministra Zdrowia obniżyło radykalnie dopuszczalną zawartość ołowiu do poziomu $0,1\text{mg/l}$ a więc do poziomu nawet niższego niż w innych krajach ówczesnej Unii Europejskiej [28]. Wartość ta obowiązywała jednak dość krótko, bo już w roku 2002 następne rozporządzenie przywróciło dopuszczalną zawartość ołowiu na poziomie $0,05\text{mg/l}$ określając jednocześnie dwie wartości, które obowiązywać miały w późniejszym okresie: $0,025\text{mg/l}$ od 1.01.2006 do 31.12.2012 oraz $0,01\text{mg/l}$ po 1.01.2013 [29]. Zapisy te zostały przeniesione do aktualnie obowiązującego, zgodnego z dyrektywą 98/83/WE, rozporządzenia Ministra Zdrowia z roku 2007 (z późniejszymi zmianami z 2010 roku) roku i tak dopuszczalna zawartość ołowiu wynosi obecnie $0,025\text{mg/l}$ a od 1.01.2013 wynosić będzie $0,01\text{mg/l}$ [30, 31]. Należy podkreślić, że zaostrzona granica zawartości ołowiu wprowadzona zostanie w Polsce praktycznie o rok wcześniej niż w innych krajach Unii Europejskiej. Zapisy dyrektywy 98/83/WE [3] wprowadzają wartość parametryczną na poziomie $10\mu\text{g/l}$ „najpóźniej w ciągu 15 lat kalendarzowych po wejściu w życie dyrektywy”, co oznacza grudzień 2013.

4. Problemy metodyczne w monitoringu ołowiu

Zgodnie z wymaganiami dyrektywy 98/83/WE [3], aby prawidłowo oznaczyć zawartość metali w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi, próbkę wody należy pobrać z kranu „w taki sposób, by była reprezentatywna dla średniej tygodniowej spożywanej przez konsumentów”. Dyrektywa nie podaje jednak jednoznacznych wskazań, co do sposobu uzyskania reprezentatywnej próbki. W praktyce ciągle brak ujednoczonego podejścia do problemu opróbowania wód pitnych. W różnych krajach ciągle stosuje się różne, w istotnym stopniu różniące się, procedury opróbowania [12, 17, 18, 19]. W przypadku ołowiu prowadzi to do uzyskiwania wyników niedających się w sposób wiarygodny porównywać, mimo iż wszystkie próbki pobierane są, zgodnie z zaleceniem dyrektywy, z kranu końcowego użytkownika wody.

Opróbowanie proporcjonalne polega na instalacji w domu (siedzibie) użytkownika specjalnie zmodyfikowanego kranu, który pozwala zbierać w osobnym pojemniku określoną część wody, jaka przepływa przez kran (zazwyczaj 5%) i jest używana w celach konsumpcyjnych (rys. 1). W przypadku używania wody z badanego kranu do celów innych niż konsumpcyjne cała objętość jest odbierana bez oddzielania części do pojemnika pomiarowego. Umożliwia to dodatkowa dźwignia/zawór.



Rys. 1. Układ do opróbowania proporcjonalnego

Fig. 1. Split-flow device

Badanie prowadzone przez okres tygodnia pozwala w najbardziej zgodny z zapisami dyrektywy określić średnie tygodniowe stężenie ołowiu, na jakie narażony jest użytkownik. Pozwala na uwzględnienie efektów wszystkich procesów kształtujących skład chemiczny wody przeznaczonej do spożycia. Procedura ta jest jednak czasochłonna i wymaga przeróbek instalacji wodnej, co powoduje dodatkowe uciążliwości oraz znaczne zaangażowanie ze strony właściciela lub użytkownika obiektu, dlatego jest rzadko stosowane [17, 24].

Opróbowanie po pełnym przepłukaniu instalacji (Fully Flushed -FF) jest metodą najczęściej stosowaną w Polsce. Próbkę pobierana jest bezpośrednio po kilkuminutowym odpuszczeniu wody z opróbowywanego kranu. Odpuszczenie kilkunastu litrów wody sprawia, że pobrana w ten sposób próbka odzwierciedla skład chemiczny wody z sieci wodociągowej. Niestety praktycznie niemożliwe jest wykrycie w ten sposób problemów związanych z przedostawaniem się do wody ołowiu z przyłącza, sieci wewnętrznej lub armatury.

Osobną grupę metod opróbowania wód przeznaczonych do spożycia stanowią metody opróbowania po określonym czasie stagnacji (fixed stagnation time - FST). Pobór próbki następuje tu po przepłukaniu instalacji a następnie odczekaniu określonego czasu w celu umożliwienia kontaktu wody z instalacją. W tym czasie nie korzysta się z instalacji, nawet innych kranów czy spłuczek/toalet zasilanych z tego samego przyłącza. Istnieje szereg wariantów tej procedury - różnych czasów stagnacji, stosowanych w różnych krajach: 30 minut (Wielka Brytania, Holandia), 4 godziny (Niemcy, Włochy), 6 godzin (USA), 12 godzin (Dania). Szczególnym wariantem tej metody jest pobór próbki po stagnacji całonocnej.

Opróbowanie losowe (*random daytime sampling* - RDT) polega na poborze próbek wody o objętości 1 litra bez wcześniejszego przepłukiwania instalacji w losowo wybranej posesji, w obrębie badanego obszaru zaopatrzenia w wodę, w losowo wybranym momencie w ciągu normalnego dnia pracy. Procedura RDT jest mało uciążliwa dla użytkownika obiektu, pozwala zminimalizować czas i koszty związane z prowadzonymi badaniami. Jest to standardowa procedura stosowana obecnie w Wielkiej Brytanii i zalecana do stosowania w innych krajach Europy, szczególnie do celów monitoringu jakości wód pitnych pod kątem zawartości metali [17]. Zgodnie z wynikami badań prowadzonych przez zespół naukowców z Holandii i Wielkiej Brytanii w ostatnich latach XX wieku [24] wyniki uzyskane w ten sposób wykazują zadowalającą (ponad 80%) zgodność z wynikami uzyskanymi poprzez zastosowanie procedury opróbowania proporcjonalnego. Wadą metody jest brak możliwości poboru próbek dublowanych do celów kontroli jakości badań, gdyż każda kolejna objętość wody pobrana z danego kranu ma, z założenia, inny skład chemiczny. W celu uzyskania wiarygodnych wyników niezbędne jest pobranie stosunkowo dużych ilości próbek [11, 13]. Sugerowane minimalne liczby próbek w zależności od ilości wody podawanej do sieci w danej strefie zaopatrzenia przedstawiono w tabeli 1 [11, 18]. Należy podkreślić, że ilości próbek dotyczą półrocznego cyklu badań i są zdecydowanie wyższe od minimalnych ilości próbek określonych w dyrektywie 98/83/WE oraz krajowych przepisach sanitarnych [3, 30, 31].

Tab. 1. Zalecane liczby próbek RDT w badaniach przeglądowych [18]

Tab. 1. Inventory monitoring based on RDT samples

Produkcja wody [m ³ /d]	Ilość próbek RDT/6 miesięcy
1 000 – 5 000	100
5 000 – 10 000	180
10 000 – 15 000	240
> 15 000	300

Procedury opróbowania, stosowane przy określeniu stopnia narażenia konsumentów na spożywanie wody zawierającej ołów w stężeniach wyższych niż dopuszczalne różnią się istotnie od procedur stosowanych w monitoringu jakości wód podziemnych. Podstawowym elementem, który odróżnia monitoring zawartości metali w wodach przeznaczonych do spożycia od monitoringu wód podziemnych jest fakt, że w monitoringu wód podziemnych skupiamy się na rozpuszczonych formach metali zaś w monitoringu wód przeznaczonych do spożycia interesuje nas całkowita zawartość metali. Pociąga to za sobą różnice w podejściu do problemu filtrowania i utrwalania próbek. W tabeli 2 zestawiono główne czynności związane z opróbowaniem wód podziemnych i wód przeznaczonych do spożycia.

Tab. 2. *Porównanie procedury opróbowania wód podziemnych i wód przeznaczonych do spożycia.*

Tab. 2. *Groundwater sampling vs. drinking water sampling*

czynność	Monitoring jakości wód podziemnych	Monitoring jakości wód do spożycia
Usunięcie wody stagnującej w otworze/instalacji	Zawsze	Tylko w przypadku procedury FF i 30MS
Filtracja próbki	Filtracja „on line”	Brak lub filtracja w laboratorium
Nalewanie wody do pojemnika/butelki	Przepływ laminarny	Przepływ burzliwy
Utrwalenie próbki	Zazwyczaj dodanie HNO ₃ do uzyskania pH poniżej 2 po filtracji	Zazwyczaj dodanie HNO ₃ do uzyskania pH poniżej 2 do niefiltrowanej próbki

5. Materiał badawczy

5.1. Wyniki monitoringu sanitarnego

Jakość wody przeznaczonej do spożycia w podlega stałej kontroli prowadzonej zarówno przez organa Państwowej Inspekcji Sanitarnej (PIS) jak i przez samych dostawców wody. Wyniki badań przekazywane są do Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego-Państwowego Zakładu Higieny, który administruje bazą danych o jakości wody przeznaczonej do spożycia. W Polsce kontrola jakości wody jest skoncentrowana na sieciach dystrybucyjnych oraz na instalacjach wewnętrznych budynków (instalacje użytkowników). Wynika to głównie z konieczności zapewnienia odpowiedniej jakości wody przeznaczonej do spożycia finalnemu odbiorcy oraz z faktu, że za jakość wody w sieci dystrybucyjnej, do przyłącza danego budynku czy posesji odpowiada w praktyce dostawca wody, zaś za przyłączem – właściciel lub administrator.

Jako rok bazowy do dokonania charakterystyki zawartości ołowiu w wodach przeznaczonych do spożycia w Polsce przyjęto rok 2007. W tym roku wykonano 9555 oznaczeń tego metalu [21, 22]. Próbkę pobierane były głównie z kranów końcowych użytkowników po przepłukaniu instalacji. Należy podkreślić, że monitoring sanitarny a więc i procedury pobierania próbek wody stosowane w ramach realizacji tego monitoringu, nie jest nastawiony na wykrywanie problemów z występowaniem podwyższonych stężeń metali u indywidualnych odbiorców. Priorytetem jest tutaj ochrona zdrowia całej populacji, szczególnie przed zagrożeniem bakteriologicznym.

Tab. 3. Wyniki oznaczeń ołowiu w wodach u konsumentów na podstawie monitoringu sanitarnego za rok 2007.

Tab. 3. Lead in drinking water in Poland. Sanitary monitoring 2007.

województwo	Liczba wykonanych badań	odsetek wyników powyżej 10µg/l
dolnośląskie	514	4,3%
kujawsko-pomorskie	431	10,0%
lubelskie	640	3,0%
lubuskie	295	1,0%
łódzkie	1271	1,6%
małopolskie	404	5,2%
mazowieckie	745	0,8%
opolskie	289	0,7%
podkarpackie	340	5,9%
podlaskie	378	0,3%
pomorskie	403	0,2%
śląskie	734	3,7%
świętokrzyskie	314	5,4%
warmińsko-mazurskie	796	2,8%
wielkopolskie	962	2,7%
zachodniopomorskie	1039	7,5%
Łącznie w skali kraju	9555	3,4%

5.2. Badania próbek RDT w wybranych miastach Polski

Jako materiał badawczy posłużyły wyniki kilku serii opróbowania w wytypowanych miastach Polski. Okres prowadzenia badań obejmował lata 2007-2011. Wszystkie próbki pobierano zgodnie z procedurą opróbowania losowego. Pobierano pierwszy litr wody z kranu konsumenta, bez przepłukiwania, w losowo wybranym momencie w ciągu normalnego dnia roboczego. Punkty poboru próbek wyznaczone zostały na bazie kwadratowej siatki geograficznej.

W latach 2007-2008 wykonano pilotażowe badania w Krakowie. Badania, wykonane w ramach realizacji pracy magisterskiej, objęły dzielnice Stare Miasto, Kazimierz, Nowa Huta i Podgórze. Pobrano łącznie 72 próbki.

W 2010 roku wykonano w 10 miastach Polski (Choszczno, Jaworzno, Kamienna Góra, Kraków, Lidzbark, Myszków, Poznań, Racibórz, Szczecin, Warszawa) badania zawartości ołowiu i innych metali w wodach pobieranych u konsumentów. Pobrano łącznie 1000 próbek. Badania przeprowadzone zostały w ramach realizacji projektu „*Metale i substancje towarzyszące w wodach przeznaczonych do spożycia w Polsce*”. Projekt realizowany był pod kierunkiem prof. S. Witczaka (AGH w Krakowie) przez zespół jednostek naukowo-badawczych: AGH w Krakowie, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu, Politechnikę Poznańską, Uniwersytet Śląski, Politechnikę Krakowską.

W latach 2010-2011 przeprowadzono, w ramach realizacji pracy magisterskiej, badania w miastach Przemyśl (71 próbek) i w Krakowie w obszarze zaopatrywanym przez Zakład Uzdantniania wody Dłubnia (100 próbek).

Oznaczenia zawartości ołowiu wykonano w dwóch akredytowanych laboratoriach. Badania próbek z obszarów miast Choszczno, Lidzbark, Poznań, Szczecin i Warszawa wykonało laboratorium Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego Państwowego Zakładu Higieny w Warszawie. Oznaczenia zawartości ołowiu w próbkach z pozostałych miast wykonało laboratorium hydrochemiczne Katedry Hydrogeologii i Geologii inżynierskiej Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH w Krakowie.

W trakcie opróbowania przeprowadzano wywiady z właścicielami/użytkownikami mieszkań i lokali dotyczące wieku budynku, przyłącza i instalacji wewnętrznej a także materiałów, jakich użyto do wykonania przyłącza i instalacji wewnętrznej.

Wykonano także rozpoznanie źródeł pochodzenia wody surowej i rodzaju procesów uzdatniania, jakim poddawana była przed podaniem do sieci w poszczególnych strefach zaopatrzenia/miastach.

6. Wyniki badań i dyskusja

Wyniki badań przeprowadzonych przy zastosowaniu procedury opróbowania losowego (RDT) w wybranych strefach zaopatrzenia wskazują, że wody pobierane z kranów konsumentów zawierają ołów w stężeniach dochodzących nawet do 100 $\mu\text{g/l}$. W tabeli 4 zestawiono syntetyczne charakterystyki poszczególnych stref zaopatrzenia w wodę objętych badaniami i odsetki stwierdzonych przekroczeń dopuszczalnej zawartości ołowiu.

Odsetek wystąpień zawartości ołowiu wyższych od aktualnie dopuszczalnego stężenia (25 $\mu\text{g/l}$) nie przekracza w skali kraju 2% przypadków. W odniesieniu do wartości zaostrożonej (10 $\mu\text{g/l}$) odsetek ten jest wyraźnie wyższy i wynosi średnio w skali kraju 9,60%. Liczba stwierdzonych przekroczeń jest silnie zróżnicowana, od pojedynczych przypadków (Poznań, Przemyśl, Racibórz) poprzez kilkanaście procent (Kamienna Góra, Myszków) do 60% (Jaworzno). W większości przebadanych stref zaopatrzenia, gdzie odsetki przekroczeń wartości 10 $\mu\text{g/l}$ są niewielkie, również maksymalne stwierdzone stężenia ołowiu tylko nieznacznie przekraczają granicę 10 $\mu\text{g/l}$ (Racibórz, Poznań).

Można zaobserwować ciekawą prawidłowość: liczne przypadki występowania wysokich zawartości ołowiu w wodach przeznaczonych do spożycia związane są ze strefami zaopatrzenia w wodę, dla których źródło zaopatrzenia stanowią wody podziemne. Jest to o tyle zastanawiające, iż zgodnie z ogólnie przyjętymi poglądami, ołów wykrywany

w wodach u konsumentów nie jest składnikiem wód surowych, lecz pochodzi z materiałów użytych do wykonania sieci dystrybucyjnej, przyłączy, instalacji wewnętrznych i armatury. Z drugiej strony, podwyższonym stężeniom ołowiu towarzyszą często częste przypadki występowania przekroczeń dopuszczalnej zawartości żelaza i manganu. Może to świadczyć o istnieniu generalnego problemu z korozją sieci dystrybucyjnej.

W strefach, gdzie stwierdzono najwyższe odsetki przekroczeń zaostrożonej dopuszczalnej zawartości ołowiu, również maksymalne stwierdzone stężenia ołowiu utrzymują się na wysokim poziomie. W tych miastach problem występowania ołowiu w wodach przeznaczonych do spożycia jest ewidentny już dzisiaj, bowiem stężenia te znacznie przekraczają obecnie obowiązującą zawartość dopuszczalną ustaloną na poziomie 25µg/l. Najbardziej wyraźnie przejawia się to w przypadku Jaworzna i Kamiennej Góry, nieco mniej wyraźnie w przypadku Choszczna i Krakowa. Każdy z tych przypadków wymaga indywidualnego podejścia do problemu ołowiu w wodzie.

Tab. 4. Wyniki oznaczeń ołowiu w próbkach pobranych metodą opróbowania losowego RDT w wybranych strefach zaopatrzenia w wodę

Tab. 4. Lead in drinking water in Poland. RDT samples collected in selected water supply zones

Miasto (strefa zaopatrzenia)	Źródło wody	Okres badań	Odsetek przekroczeń		Maksymalne stwierdzone stężenie Pb
			25 µg/l	10 µg/l	µg/l
Choszczno	Wody podz.	2010	2%	9%	68,0
Jaworzno	Wody podz.	2010	15%	60%	99,9
Kamienna Góra	Wody podz.	2010	4%	13%	75,7
Kraków (Śródmieście, Kazimierz, Nowa Huta)	Wody pow.	2007/2008	0	0	3,97
Kraków (Podgórze, Podgórze, Łagiewniki-Borek Fałęcki Dębniki)	Wody pow.	2010	1%	3%	27,3
Kraków (Nowa Huta)	Wody pow. (95%)/ wody podz.	2010/2011	0	0	7,57
Lidzbark	Wody podz.	2010	0	3%	17,5
Myszków	Wody podz.	2010	0	14%	21,9
Poznań	Ujęcie infiltr.	2010	0	1%	10,8
Przemysł	Wody pow.(96%)/ wody podz.	2011	0	2%	15,4
Racibórz	Wody podz.	2010	0	1%	13,0
Szczecin	Wody pow.(90%)/ wody podz.	2010	0	5%	22,1
Warszawa	Wody pow./ ujęcie infiltr.	2010	0	7%	21,4

Zaopatrzenie w wodę miasta Jaworzna wg danych z 2009 roku pochodziło w około 56% z ujęć głębinowych: Galmany, Dobra i Bielany oraz z ujęcia na Kanale Głównym systemu odwodnieniowego Kopalni Piasku „Szcakowa”.

Opróbowanie metodą RDT przeprowadzono na obszarze śródmieścia Jaworzna, zaopatrywanego w wodę tłoczoną ze zbiorników Warpie, do których w czasie wykonywania opróbowania doprowadzane były wody tylko z ujęcia Galmany. Ujęcie to zlokalizowane jest w granicznej strefie GZWP 452 Chrzanów, którego wody związane są ze spękanymi i skawernowanymi wapieniami oraz dolomitami wapienia muszlowego i retu. Ujęcie Galmany pobiera wody z wyrobisk byłej kopalni rud Zn-Pb występujących w obrębie warstw dolomitów kruszczośnych (trias środkowy).

Procesy uzdatniania wody przed podaniem do sieci dystrybucyjnej miasta Jaworzna są zróżnicowane na poszczególnych ujęciach. Woda z ujęcia Galmany dostarczana na obszar badań szczegółowych podlega jedynie dezynfekcji z wykorzystaniem podchlorynu sodu, która prowadzona jest w razie potrzeby.

Sieć wodociągowa w obrębie miasta Jaworzna charakteryzuje się znacznym rozczłonkowaniem. Długość sieci przesyłowej wynosiła w 2010 roku 26,4 km, sieci rozdzielczej 331,3 km, a przyłącza mają długość ok. 210 km. Sieć wybudowana została w latach 30-tych i 40-tych XX wieku i jest sukcesywnie modernizowana od lat 70-tych.

Według wywiadów prowadzonych z właścicielami/użytkownikami kranów w trakcie opróbowania, dominującym materiałem używanym w sieci dystrybucyjnej na obszarze prowadzenia badań są żeliwo (33%) i stal (26%). Mniejszy udział mają polietylen (11%) i PCV (8%), brak informacji na temat materiału, z jakiego wykonane jest 21% długości sieci.

Wody podawane do sieci z ujęcia Galmany mają odczyn pH słabo zasadowy (7,4-8,0) i są wodami twardymi (367-396 mg CaCO₃/l). Podawane są do sieci bez uzdatniania, z okresową dezynfekcją. Okresowo stwierdza się podwyższenie zawartości azotanów, co można wiązać zarówno z możliwością przenikania zanieczyszczeń z powierzchni terenu do ujęcia znajdującego się w strefie wychodni zbiornika i łatwością migracji w systemie wodonośnym o charakterze szczelinowo-krasowym, dodatkowo rozciętym robotami górniczymi. Stwierdzone w wodzie z ujęcia Galmany stężenia ołowiu sięgają maksymalnie 20µg/l. Nie jest to wartość przekraczająca aktualnie obowiązującą granicę, ale stanowi istotny sygnał o możliwości wystąpienia problemów z dotrzymaniem standardu u końcowego odbiorcy.

Według wyników badań prowadzonych przez Inspekcję Sanitarną w zakresie zawartości metali i metaloidów w wodach pobranych z sieci dystrybucyjnej w 2007 roku średnie zawartości nie wykazują stężeń metali powyżej wartości dopuszczalnej w wodach przeznaczonych do spożycia. Maksymalne wartości stężeń, w przypadku trzech metali wykazują wartości wyższe od dopuszczalnej, najczęściej notowane są dla żelaza (5 stwierdzeń). W przypadku ołowiu w dwóch punktach stwierdzono wystąpienie stężenia 10µg/l. Należy podkreślić, że te próbki wody pobierane były zgodnie z procedurą pełnego przepłukania instalacji a więc odzwierciedlają skład chemiczny wody w sieci dystrybucyjnej. Jeżeli już na tym etapie zawartość ołowiu przekracza 10µg/l, u konsumentów stężenia ołowiu mogą być okresowo wielokrotnie wyższe.

Przeprowadzone w 2010 roku badania zawartości ołowiu w wodzie dostarczanej mieszkańcom Jaworzna wykazały w 60% próbek stężenia wyższe niż 10 µg/l. W 15% przypadków stwierdzono stężenia ołowiu przekraczające 25 µg/l, co dyskwalifikuje je, jako wody przeznaczone do spożycia w świetle obecnie obowiązujących przepisów [3, 30, 31].

Nie stwierdzono korelacji między podwyższonymi zawartościami ołowiu a materiałem, z jakiego wykonana jest sieć przesyłowa i instalacja wewnętrzna, ani też wyraźnych powiązań z wiekiem budynków. Przekroczenia wartości dopuszczalnej występują

zarówno w przypadku budynków starszych niż 30 lat jak i młodszych. Trudno jednoznacznie wskazać źródło ołowiu w wodach przeznaczonych do spożycia w Jaworznie. Nie można wykluczyć, iż w przyłączach lub instalacjach wewnętrznych budynków występują odcinki rur ołowianych, stanowiących źródło ołowiu w wodach u konsumentów – brak jest informacji o strukturze materiałowej sieci wodociągowej na pewnych jej odcinkach. Źródłem ołowiu mogą też być ołowiane uszczelnienia połączeń rur żeliwnych, co było w przeszłości powszechnie stosowanym rozwiązaniem. Możliwe też, że w obrębie instalacji wewnętrznych wykorzystane zostały wysokoołowiowe luty powodujące wzbogacenie wody w ołów lub niskiej jakości stopy użyte w procesie produkcji korpusów kranów. Tak wysokie i powszechne występowanie wysokich stężeń ołowiu w badanych wodach u konsumentów potwierdza możliwość okresowego występowania podwyższonego tła tego metalu w wodach surowych zasilających badany obszar. Jeżeli do sieci tłoczona jest woda o zawartości ołowiu na poziomie 5-7 $\mu\text{g/l}$ łatwo może dochodzić do „wzbogacenia” wody w ołów pochodzący z materiałów, z którymi kontaktuje się woda w trakcie przepływu przez sieć dystrybucyjną, przyłącze i instalację wewnętrzną budynku. Dodatkowym, niezwykle ważnym czynnikiem jest też czas kontaktu. Im większy jest pobór wody tym krótszy czas kontaktu i mniejsze prawdopodobieństwo niebezpiecznego wzrostu stężenia ołowiu w wodzie u konsumentów.

Wyniki badań przeprowadzonych w Jaworznie wskazują jednoznacznie na potrzebę podjęcia działań zmierzających do ograniczenia zawartości ołowiu w wodach u konsumentów. Niezbędne może się okazać zastosowanie kompleksowego rozwiązania obejmującego zmianę źródła zaopatrzenia i/lub dodatkowe uzdatnianie wody podawanej do sieci polegające na zastosowaniu inhibitorów korozji (na przykład na bazie fosforanów).

Wody stanowiące główne źródło zaopatrzenia miasta Kamienna Góra pobierane są z ujęcia w Janiszowie, eksploatującego wody podziemne z plejstocenijskiego zbiornika (GZWP 343). Jest to zbiornik porowy wydzielony w obrębie kopalnej doliny Bobru, wypełnionej żwirami, przykrytymi ilami i mułkami zastoiskowymi oraz współczesnymi aluwiami rzecznyymi. Ujęcie w Janiszowie składa się z 4 studni. O głębokościach 26-33m. Woda z ujęcia dostarczana jest siecią przesyłową do zbiornika „Szubianka”, o pojemności 3000 m³, a następnie rozprowadzana jest na obszarze miasta Kamienna Góra. Woda dostarczana konsumentom na obszarze miasta Kamienna Góra nie podlega żadnym procesom uzdatniania.

Sieć przesyłowa z ujęcia w Janiszowie ma układ pierścieniowy i zbudowana jest z rur żeliwnych (51%), stalowych (45%) oraz polietylenowych (4%). W budowie sieci rozdzielczej dominuje żeliwo (56%). Mniejszy jest udział rur z azbesto-cementu (29%). Rury ze stali, PCV i PE używane były wyraźnie rzadziej.

Wody surowe z ujęcia w Janiszowie mają odczyn pH słabo kwaśny do obojętnego (6,47-7,16). Są to wody o twardości ogólnej od 110 do 123 mg CaCO₃/l. Badania prowadzone przez MPWiK w Kamiennej Górze w latach 2008-2009 wykazały, że sporadycznie występują podwyższone stężenia ołowiu (maks. 23 $\mu\text{g/l}$).

Wywiady przeprowadzone w trakcie opróbowania z mieszkańcami i użytkownikami budynków wykazały znikomą wiedzę o wieku przyłączy i materiałach, z jakich zostały wykonane. Zaledwie 5% ankietowanych było w stanie udzielić informacji na temat wieku przyłącza, zaś informacji o materiale, z jakiego wykonano przyłącze udzieliła tylko jedna osoba. Więcej informacji udało się uzyskać na temat instalacji wewnętrznych i armatury. W instalacjach wewnętrznych budynków i mieszkań najczęściej używane są stal (27%) i PCV (20%). Rzadziej używana jest miedź (11%). Część instalacji wykonana jest z mieszanych materiałów.

Wystąpienia ołowiu, w stężeniach przekraczających $25 \mu\text{g/l}$, stwierdzono w 4% przypadków. Maksymalne stężenie ołowiu wynosiło $75,7 \mu\text{g/l}$. Jest to wartość trzykrotnie wyższa od dopuszczalnej w świetle aktualnie obowiązujących przepisów. Przypadek ten miał miejsce w budynku użyteczności publicznej. W 13% próbek stwierdzono zawartości ołowiu wyższe niż $10 \mu\text{g/l}$. Wszystkie te przypadki zostały stwierdzone w budynkach o wieku około 30 lat i starszych i różnicowanym wieku instalacji wewnętrznych od 5 do ponad 30 lat. Może to świadczyć o pochodzeniu ołowiu z przyłączy. Biorąc jednak pod uwagę, że w wodzie tłoczony do sieci stwierdzano w przeszłości stężenia ołowiu wynoszące ponad $20 \mu\text{g/l}$ [18], trudno jednoznacznie określić źródło jego pochodzenia. Analiza przestrzennego rozkładu stwierdzonych stężeń ołowiu może także wskazywać na ługowanie ołowiu używanego przy wykonywaniu uszczelnień złącz rur żeliwnych stanowiących ponad 50% długości sieci przesyłowych i rozdzielczych w analizowanej strefie zaopatrzenia w wodę.

W Kamiennej Górze szczególnie trudne będzie dotrzymanie standardu $10 \mu\text{g/l}$. Podstawowym problemem jest tutaj występowanie podwyższonych stężeń ołowiu już w wodzie podawanej do sieci. Dodatkowo właściwości chemiczne, jak niewielka twardość i lekko kwaśny odczyn wody sprzyjają wylugowywaniu ołowiu z materiałów, z którymi woda ma kontakt w trakcie przepływu przez sieć dystrybucyjną i wewnątrz budynków [11]. Należy także podkreślić zaawansowany wiek większości budynków, a co za tym idzie, przyłączy i instalacji wewnętrznych. Remonty instalacji wewnętrznych, polegające na wymianie armatury lub części rur na wykonane z innego metalu, nie tylko nie rozwiązują problemu, ale wręcz przyspieszają zjawiska korozji elektrochemicznej i uwalnianie dodatkowych ładunków ołowiu i innych metali do wody. Podobnie jak w przypadku Jaworzna należałoby rozważyć zmianę źródła wody surowej i zastosowanie inhibitorów korozji.

Ujęcie wody dla Choszczna, zlokalizowane jest na obrzeżach wschodniej części miasta. Na ujęcie składa się 6 czynnych studni o głębokości 20-37 m ujmujących czwartorzędowy poziom wodonosny. Uzdatanianie wody polega na napowietrzaniu i filtracji pośpiesznej przez złożo kwarcowe. Woda uzdatniona gromadzona jest w zbiorniku retencyjnym o pojemności 250 m^3 . W okresie szczytowego rozbioru dobowego zapas wody skumulowany w zbiorniku nie wystarcza do zaspokojenia zapotrzebowania mieszkańców. W takich okresach zwiększana jest prędkość filtracji, co skutkuje pogorszeniem efektywności procesu uzdatniania i jakości wody przekazywanej do konsumentów. Woda podawana do sieci ma odczyn słabo zasadowy (7,34) i wykazuje zasadowość na poziomie 2,9 mval/l. Nie zawiera ołowiu.

Wyniki badań przeprowadzonych u konsumentów w Choszcznie wykazały występowanie ołowiu w wodach przeznaczonych do spożycia w stężeniach dochodzących do $68 \mu\text{g/l}$. Odsetek próbek, w których stwierdzono stężenia powyżej $25 \mu\text{g/l}$ wynosi co prawda 2% ale próbek ze stężeniem powyżej $10 \mu\text{g/l}$ jest już 9%. Podwyższonym stężeniom ołowiu często towarzyszą wysokie stężenia żelaza (do $5,8 \text{ mg/l}$) i cynku (do $9,1 \text{ mg/l}$).

Analiza tego przypadku wskazuje, iż cały ładunek ołowiu pochodzi z instalacji lub z przyłączy. Mamy tu do czynienia z silnymi właściwościami korozyjnymi wody. Obliczony indeks Larsona wynosi 1,3 [18].

Spośród miast na terenie, których prowadzono badania zawartości ołowiu w wodach u konsumentów metodą RDT największą liczbę próbek pobrano w Krakowie. W trzech seriach opróbowania pobrano łącznie i przebadano 273 próbki RDT. Odsetek próbek wykazujących stężenie ołowiu przekraczające $10 \mu\text{g/l}$ wynosi 1,1% (liczony w stosunku do łącznej liczby próbek). W poszczególnych seriach odsetki są jednak zróżnicowane. Przekroczenia stężenia $10 \mu\text{g/l}$ stwierdzono tylko w jednej serii opróbowania (lato 2010).

W opróbowaniu RDT przeprowadzonym w latach 2007/2008 nie wykryto ani jednego przypadku wystąpienia ołowiu u konsumenta w stężeniu powyżej 10 $\mu\text{g/l}$ [16]. Na podstawie wywiadów z mieszkańcami budynków zlokalizowanych na obszarze badań i pracownikami Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Krakowie ustalono jednak, że w niektórych posesjach obecne są odcinki rur ołowianych w przyłączach lub instalacjach wewnętrznych. Dodatkowe badania przeprowadzono w pięciu wytypowanych mieszkaniach/lokalach. W każdym punkcie pobrano próbki wody o po nocnej stagnacji (próbka A), następnie po odpuszczeniu obliczonej objętości wody tak aby uzyskać próbkę pochodzącą z przyłącza (próbka B). W jednym przypadku stwierdzono występowanie ołowiu w stężeniu powyżej 25 $\mu\text{g/l}$. Generalnie stężenia ołowiu stwierdzane w próbkach pobieranych po częściowym przepłukaniu instalacji były niższe od stężeń stwierdzonych w próbkach pobieranych po nocnej stagnacji. Świadczy to o pochodzeniu ołowiu i instalacji wewnętrznej budynku. W jednym przypadku próbka „B” wykazała stężenie ołowiu wyższe niż w próbce „A”. Taka sytuacja może wskazywać na pochodzenie ołowiu z przyłącza. W przypadku jednego punktu stężenia ołowiu w próbkach „A” i „B” były praktycznie jednakowe, wyraźnie wyższe od 10 $\mu\text{g/l}$.

Na przykładzie Krakowa ujawniło się dobitnie, że żadna procedura opróbowania nie gwarantuje wykrycia wszystkich problemów z występowaniem ołowiu w wodach przeznaczonych do spożycia.

7. Podsumowanie

Porównanie wyników monitoringu sanitarnego i badań wykonanych przy zastosowaniu procedury opróbowania losowego wykazuje, że pobieranie próbek wody po pełnym przepłukaniu instalacji daje wyraźnie zaniżoną ocenę stopnia narażenia konsumentów na spożywanie wody zawierającej ponadnormatywne stężenia ołowiu. Zastosowanie procedury opróbowania po przepłukaniu instalacji uniemożliwia wykrycie problemów związanych z przechodzeniem do wody ołowiu z przyłączy, instalacji wewnętrznych i armatury. Próbki, mimo iż pobierane są zgodnie z przepisami, u konsumenta nie odzwierciedlają składu chemicznego wody spożywanej przez konsumenta.

Z dniem wejście w życie zaostrzonej do 10 $\mu\text{g/l}$ dopuszczalnej zawartości ołowiu, w wielu miastach Polski woda przestanie spełniać wymagania stawiane wodzie przeznaczonej do spożycia. Szczególnie dotkliwie mogą to odczuć firmy zaopatrzenia w wodę w obszarach, gdzie aktualnie rejestrowane stężenia ołowiu mieszczą się w przedziale od 10 do 25 $\mu\text{g/l}$.

Nawet podjęcie natychmiastowych radykalnych działań, jak wymiana wszystkich ołowianych przyłączy czy modyfikacja procesów uzdatniania wody z zastosowaniem inhibitorów korozji nie przyniesie efektów z dnia na dzień. Czas niezbędny do ustalenia się w systemie nowego stanu równowagi wynosić może nawet kilka lat.

Praca powstała dzięki wsparciu finansowemu z umowy 11.11.140.026.

Bibliografia

- [1] 75/440/EWG Dyrektywa Rady z dnia 16 czerwca 1975 r. dotycząca wymaganej jakości wód powierzchniowych przeznaczonych do pozyskiwania wody pitnej w Państwach Członkowskich. *Dziennik Urzędowy Wspólnot Europejskich* L 194/26
- [2] 80/778/ECC Council Directive of 15 July 1980 relating to the quality of water intended for human consumption. *Official Journal of the European Communities* L 229/11
- [3] 98/83/WE Dyrektywa Rady z dnia 3 listopada, w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. *Dziennik Urzędowy Wspólnot Europejskich* L 330/32
- [4] Bellinger, D. C. Very low lead exposures and children's neurodevelopment. *Curr. Opin. Pediatr.* 20, 2008, 172-177
- [5] Bellinger, D. C., Stiles, K. M. & Needleman, H. L. Low-level lead exposure, intelligence and academic achievement: a long-term follow-up study. *Pediatrics* 90, 1992, 855-861
- [6] Bellinger, D.C. Lead neurotoxicity and socioeconomic status: Conceptual and analytical issues. *NeuroToxicology* 29, 2008, 828-832
- [7] Bryce-Smith, D. & Ward, N. I. Lead and children. *Nature* 330, 1987, 703
- [8] Canfield, R. L., Henderson, C. R., Cory-Slechta, D. A., Cox, C., Jusko, T. A. & Lanphear, B. P. Intellectual impairment in children with blood lead concentrations below 10 mgper decilitre. *N. Engl. J. Med.* 348, 2003, 1517-1526
- [9] Canfield, R. L., Kreher, D. A., Cornwell, C. & Henderson, C. R., Jr Low-level lead exposure, executive functioning, and learning in early childhood. *Child Neuropsychol.* 2003, 9, 35-53
- [10] Chiodo, L. M., Covington, C., Sokol, R. J., Hannigan, J. H., Jannise, J., Ager, J., Greenwald, M. & Delaney-Black, V. Blood lead levels and specific attention effects in young children. *Neurotoxicol. Teratol.* 29, 2007, 538-546
- [11] Hayes, C. R. [Ed] Best Practice Guide on the Control of Lead in Drinking Water. London, IWA Publishing, 2010
- [12] Hayes, C. R. and Skubala, N. D. Is there still a problem with lead in drinking water in the European Union? *Journal of Water and Health.* 2009, 07.4, 569-580
- [13] Hoekstra, E.J., Hayes, C.R., Aertgeerts, R., Becker, A., Jung, M., Postawa, A., Russell L., Witczak, S., Guidance on sampling and monitoring for lead in drinking water, *European Commission JRC Scientific and Technical Reports.* 2009, EUR 23812 EN,
- [14] Najwyższa Izba Kontroli. Departament Środowiska, Rolnictwa i Zagospodarowania Przestrzennego. Informacja o wynikach kontroli Zaopatrzenia w wodę ludności aglomeracji miejskich, Warszawa, 2002
- [15] Needleman, H. Low Level Lead Exposure: History and Discovery. *Ann Epidemiol.* 2009, 19:235-238

- [16] Postawa A., Sekuła-Skotnicka E., Witczak S. Selected methodological problems in tap survey in Krakow water supply area. *2nd International conference: Metals and Related Substances in Drinking Water*. Cost Action 637, Lisbon, Portugal. 2008
- [17] Postawa, A. [Ed.] Best Practice Guide on Sampling and Monitoring of Metals in Drinking Water. London: IWA Publishing, 2012
- [18] Postawa, A., Witczak S. [Red.] Metale i substancje towarzyszące w wodach przeznaczonych do spożycia w Polsce. Kraków, 2011
- [19] Postawa, A., Witczak, S. Racjonalizacja metodyki monitoringu metali i metaloidów w wodach przeznaczonych do spożycia. W: M. Sozański [red.] *Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód*, Wielkopolski Oddział PZITS, 2010
- [20] Roy, A., Bellinger, D., Hu, H., Schwartz, J., Ettinger, A.S., Wright, R.O., Bouchard, M., Palaniappan, K., and Balakrishnan, K. Lead Exposure and Behavior among Young Children in Chennai, India. *Environmental Health Perspectives*. 2009, 117(10)
- [21] Skotak K., Jakość wody przeznaczonej do spożycia. W: Stan sanitarny kraju w roku 2007, Główny Inspektorat Sanitarny, Warszawa, s. 18-30, 2008
- [22] Skotak K., Świątczak J., Bratkowski J., Jakość wody przeznaczonej do spożycia w Polsce w roku 2007. *Medycyna Środowiskowa - Environmental Medicine*; 2008 Vol. 11 No 2, 9-15
- [23] Troesken, W. The Great Lead Pipe Disaster. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2006
- [24] Van den Hoven Th.J.J. Buijs, P. J., Jackson, P. J., Gardner, M., Leroy, P., Baron, J., Boireau, A., Cordonnier, J., Wagner, I., de Mone, H. M., Benoliel, M. J., Papadopoulos, I. & Quevauviller, P., Developing a new protocol for the monitoring of lead in drinking water; European Commission, BCR Information, Chemical Analysis, EUR 19087 EN, 1999
- [25] Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 16 listopada 1961 r. w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i potrzeb gospodarczych. Dz.U. 1961 nr 59 poz. 333
- [26] Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 31 maja 1977 r. w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze. Dz.U. 1977 nr 18 poz. 72
- [27] Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 4 maja 1990 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze. Dz.U. 1990 nr 35 poz. 205
- [28] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4 września 2000 r. w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze, woda w kąpieliskach, oraz zasad sprawowania kontroli jakości wody przez organy Inspekcji Sanitarnej. Dz.U. 2000 nr 82 poz. 937

- [29] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz.U. 2002 nr 203 poz. 1718
- [30] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz.U. 2007 nr 61 poz. 417
- [31] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz.U. 2010 nr 72 poz. 466
- [32] International Standards for Drinking-Water, 1st ed., WHO Geneva 1958
- [33] International Standards for Drinking-Water, 2nd ed., WHO Geneva 1963
- [34] International Standards for Drinking-water, 3rd ed., WHO Geneva, 1971
- [35] WHO Guidelines for Drinking-water Quality. First edition. Geneva, 1984
- [36] WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Second edition. Geneva, 1993
- [37] WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Third edition. Geneva, 2004
- [38] WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth edition. Geneva, 2011