

**Janusz ŚWIĄT CZAK<sup>1</sup>, Krzysztof SKOTAK<sup>1</sup>, Jakub BRATKOWSKI<sup>1</sup>,  
Stanisław WITCZAK<sup>2</sup>, Adam POSTAWA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego - Państwowy Zakład Higieny  
Zakład Higieny Komunalnej  
Warszawa

<sup>2</sup>Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie  
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

## **METALE I SUBSTANCJE TOWARZYSZĄCE W WODACH PRZEZNACZONYCH DO SPOŻYCIA W POLSCE**

### **METALS AND RELATED SUBSTANCES IN DRINKING WATERS IN POLAND**

*The revised EU Drinking Water Directive DWD, 1998 [2] sets a range of standards for metals and related substances in drinking water, many of which have been tightened in concern of public health protection. Additionally directive more clearly requires compliance to be assessed at the point of use. Metals potentially generating problems are: Pb, As, Cu, Fe, Mn, Ni, Al, Na. For metals control it is very important to distinguish all potential sources of metals on the way from source to the tap. The way to achieve this goal is good organized water quality monitoring. Responsibility for water quality monitoring in Poland is set to State Inspectorate of Environmental Protection (source waters) and CSI - Chief Sanitary Inspectorate (drinking water supply systems). CSI is also responsible for national drinking water quality monitoring. Data are collected and managed by Polish Geological Institute (groundwaters), Institute of Meteorology and Water Management (surface waters) and National Institute of Public Health (drinking water supply systems). In 2005 in some catchments and many distribution networks were found Pb concentrations above 0.01mg/L which may cause a serious problem in 2013, when 0.01mg/L threshold value will become a legal requirement at the point of use. In many areas, naturally high level of Fe and Mn is the main problem of effective treatment. The main problems stated on the base of 2005 drinking water monitoring in Poland are identification of waters with high natural background level (Fe, Mn, As, sometimes Pb). Concentration of lead in water supply network higher than in source water suggests troubles with plumbosolvency in many areas of Poland*

## 1. Wprowadzenie

Dyrektywa Unii Europejskiej dotycząca wód do picia [2] ustala rygorystyczne, oparte na przesłankach zdrowotnych, standardy dla siedmiu metali (Sb, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni) i dwóch metaloidów (As, Se) oraz mniej restrykcyjne zalecenia dla dalszych czterech metali (Al, Fe, Mn, Na). Wskazania te zostały zaimplementowane w aktualnym rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [7]. Dodatkowo dyrektywa kładzie nacisk na utrzymanie odpowiedniej jakości wody w punkcie poboru przez końcowego użytkownika. Niektóre z wymienionych metali i metaloidów mogą występować w podwyższonych stężeniach już w wodach surowych inne, mogą się przedostawać do wód na etapie uzdatniania, jeszcze inne, jak ołów, miedź czy nikiel, mogą być ługowane z materiałów użytych do budowy sieci dystrybucyjnej lub armatury indywidualnych odbiorców.

Niezwykle istotne dla zapewnienia odpowiedniej jakości wód przeznaczonych do spożycia jest ustalenie, jak zmienia się skład chemiczny wody w całym cyklu od ujęcia, poprzez etap uzdatniania, ewentualnego magazynowania i transportu (przesyłu) do odbiorcy. Zbadanie zachodzących procesów pozwala na opracowanie programów działań, które należy podjąć w celu uzyskania w punktach końcowego odbioru wody spełniającej wymagania określone w przepisach i o jakości budzącej zaufanie odbiorcy.

Autorzy opracowania biorą udział w realizacji programu europejskiego (COST Action 637) poświęconego problemom związanym z obecnością nadmiernej ilości metali w wodach przeznaczonych do spożycia [1,9]. Niniejsza publikacja przedstawia wstępną ocenę stanu tego zagadnienia w oparciu o dane opracowane w Zakładzie Higieny Komunalnej Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego na podstawie wyników badań Państwowej Inspekcji Sanitarnej. Jest to pierwszy krok do pełnego rozpoznania stanu jakości wód przeznaczonych do spożycia poprzez krajowy monitoring jakości wód. Zgodnie z przepisami obowiązującymi w Polsce koordynatorem monitoringu jest Główny Inspektor Sanitarny. Bazę danych przetwarza i nadzoruje Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego - Państwowy Zakład Higieny, Zakład Higieny Komunalnej. W niniejszej pracy przedstawiono wybrane rezultaty z badań w tym systemie w 2005 roku. Baza danych zawiera wyniki 11366 analiz próbek wody surowej z ujęć wód podziemnych, 2700 analiz próbek wody surowej z ujęć wód powierzchniowych i 176716 analiz próbek wód przeznaczonych do spożycia z sieci dystrybucyjnej i u końcowych odbiorców. Opracowanie wykonano dla oznaczeń zawartości Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb i Na, przy czym większość analiz dotyczyła występowania Fe i Mn.

W wielu rejonach naturalnie wysokie stężenia żelaza i manganu stanowią główny problem na etapie uzdatniania wód. Stwierdzono także lokalne problemy spowodowane występowaniem naturalnie wysokich stężeń arsenu. W niektórych ujęciach oraz wielu sieciach dystrybucyjnych stwierdzono stężenia ołowiu na poziomie, który może stanowić poważny problem w roku 2013, po wejściu w życie zaostrożonej, do 0.01mg/L, dopuszczalnej zawartości Pb.

Przedstawione fakty wskazują, że istotne są zarówno badania nad naturalnymi stężeniami metali i metaloidów w wodach stanowiących surowiec do produkcji wód przeznaczonych do spożycia jak również przemiany jakim ulega woda w procesach uzdatniania i dystrybucji aż po kran użytkownika.

## 2. Monitoring jakości wód stanowiących surowiec do produkcji wód przeznaczonych do spożycia w Polsce

Obecnie w Polsce prowadzone są dwa rodzaje monitoringu jakości wód stanowiących surowiec do produkcji wód przeznaczonych do spożycia. Pierwszy jest częścią krajowego systemu monitoringu środowiska nadzorowanego przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (GIOŚ), drugi jest częścią państwowego monitoringu jakości sanitarnej wody nadzorowanego przez Główny Inspektorat Sanitarny (GIS). W obu przypadkach prowadzone są obserwacje dotyczące wód podziemnych oraz wód powierzchniowych.

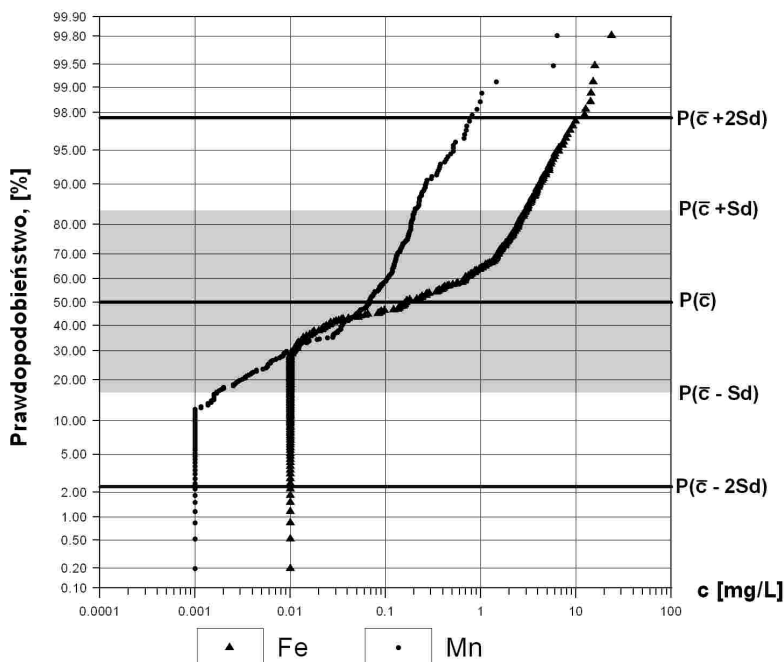
### 2.1. Metale w zwykłych wodach podziemnych w świetle badań w krajowej sieci monitoringu jakości wód podziemnych

Monitoring w sieci krajowej jest prowadzony w Polsce w sposób zorganizowany i metodycznie spójny od 1991 r. Wykonawcą badań jest Państwowy Instytut Geologiczny, który realizuje je na zlecenie Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska. W roku 2005 krajowa sieć monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych składała się z 726 punktów. Zakres analiz obejmował między innymi oznaczenia zawartości Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn oraz Na [5]. Krajowy monitoring jakości zwykłych wód podziemnych jest dobrym źródłem informacji o naturalnym poziomie stężeń metali w tych wodach ponieważ punkty monitoringowe lokalizowane są z dala od ognisk zanieczyszczeń.

Obserwacje z 2005 roku wskazują, że tylko niektóre z metali występują w stężeniach, które mogą stanowić problem przy użyciu wód podziemnych do przygotowania wody przeznaczonej do spożycia. Przede wszystkim problem ten dotyczy naturalnie podwyższonych stężeń żelaza i manganu (rys.1). W świetle wyników krajowego monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych w 50% próbek wód stwierdzono stężenia żelaza wyższe od najwyższej dopuszczalnej zawartości w wodach przeznaczonych do spożycia ( $Fe > 0.2$  mg/L). Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku manganu (55% próbek wykazało zawartość  $Mn > 0.05$  mg/L). Stężenia innych metali rzadko, ale czasem przekraczają najwyższe dopuszczalne zawartości ( $Al < 1\%$ ,  $As < 2\%$ ,  $Cd < 1\%$ ,  $Na < 4\%$ ,  $Ni < 1\%$ ,  $Pb < 0.5\%$ ). Zawartości chromu miedzi i cynku w wodach podziemnych są wielokrotnie niższe od najwyższych dopuszczalnych zawartości określonych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 29.03.2007.[7]

Naturalnie wysokie stężenia żelaza i manganu w wodach podziemnych są stosunkowo łatwousuwalne w procesach uzdatniania prowadzonych w dużych stacjach uzdatniania wód. Dla małych, lokalnych dostawców wody jest to często poważny problem. Przekroczenie dopuszczalnej dla wód przeznaczonych do spożycia zawartości Fe i Mn nie stanowi problemu zagrożenia dla zdrowia ale może być nie akceptowane przez konsumentów z przyczyn estetycznych (rdzawe lub czarne zabarwienie wody, mętność). Przekroczenie dopuszczalnych zawartości As, Cd, Ni i Pb, nawet przy statystycznie niewielkiej liczbie takich przypadków może stanowić wczesny sygnał ostrzegawczy wskazujący na konieczność podjęcia specjalnych działań w trakcie uzdatniania wody przed podaniem jej do sieci. Niestety, według Dyrektywy dotyczącej ochrony wód podziemnych [3] naturalnie wysokie stężenia metali nie są uznawane za zanieczyszczenie. Takie wody zostaną ocenione jako posiadające „dobry stan chemiczny”. Z tego powodu firmy zaopatrzenia w wodę nie uzyskają z krajowego monitoringu jakości

zwykłych wód podziemnych sygnałów ostrzegawczych wskazujących na możliwość wystąpienia problemów na etapie uzdatniania. Sytuacja ta, zdaniem autorów powinna ulec zmianie.



Rys.1. Wykres probabilistyczny skumulowanych stężeń żelaza i manganu w wodach podziemnych w Polsce, na podstawie wyników monitoringu jakości wód podziemnych przeprowadzonego w roku 2005 [5].

Fig.1. Cumulative probability diagrams of iron and manganese concentrations in groundwater of Poland. Results of 2005 Groundwater Quality Monitoring [5]. Results higher than MPL ( $Fe > 0.2 \text{ mg/L}$ ;  $Mn > 0.05 \text{ mg/L}$ ) contain more than 50% (Fe) and more than 55% (Mn).

## 2.2. Metale w wodach powierzchniowych w świetle badań w ramach krajowego monitoringu środowiska

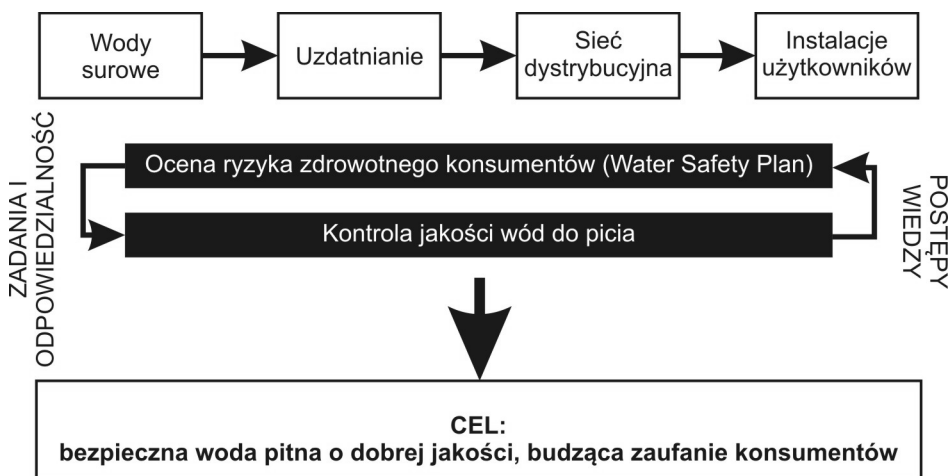
Monitoring wód powierzchniowych jest częścią krajowego monitoringu środowiska. Odpowiedzialność za jego prowadzenie spoczywa na Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska. Badania monitoringowe wykonuje Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej oraz Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska. W ramach wykonywanych analiz oznacza się m.in. stężenia Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn i Na. Typowe stężenia metali w wodach stwierdzone w ramach monitoringu wód powierzchniowych są przeważnie wyraźnie niższe od dopuszczalnych. Niekiedy występują nieznaczne przekro-

czenia. Jest to sytuacja podobna do opisanej niżej dla badań wód powierzchniowych stanowiących surowiec do produkcji wód przeznaczonych do spożycia.

### 2.3. Krajowy monitoring jakości wód przeznaczonych do spożycia

Krajowy monitoring jakości wód przeznaczonych do spożycia obejmować powinien jakość wód na całej drodze od źródła wody do kranu końcowego odbiorcy (rys.2). W Polsce próbki wody na potrzeby tego monitoringu pobierane są głównie z sieci dystrybucyjnej i u końcowych odbiorców. Próbkę wód „surowych”, z ujęć wód podziemnych i powierzchniowych, pobierane są nieregularnie. Całkowita liczba analiz zawartości metali w wodach „surowych” jest prawie dziesięciokrotnie mniejsza niż oznaczeń wykonanych dla wód z sieci dystrybucyjnej. Sytuacja ta powinna ulec zmianie po wprowadzeniu w życie zasad zalecanych przez Światową Organizację Zdrowia (Water Safety Plan)[8].

Monitoring jest prowadzony przez Państwową Inspekcję Sanitarną, która jest odpowiedzialna za krajowy monitoring jakości wód przeznaczonych do spożycia. Gromadzenie i przetwarzanie (obróbka) danych z monitoringu jest zadaniem Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego - Państwowego Zakładu Higieny. Opracowano techniczne i programistyczne narzędzia, w celu stworzenia opartej na Systemie Informacji Geograficznej (GIS), bazy danych dotyczącej badań wód przeznaczonych do spożycia w Polsce.



Rys.2. Funkcje i podział odpowiedzialności w procesie produkcji „bezpiecznej wody przeznaczonej do spożycia o dobrej jakości, budzącej zaufanie konsumentów” wg IWA, 2004 [6]

Fig.2 Roles and responsibilities in production of good safe drinking water after IWA, 2004 [6]

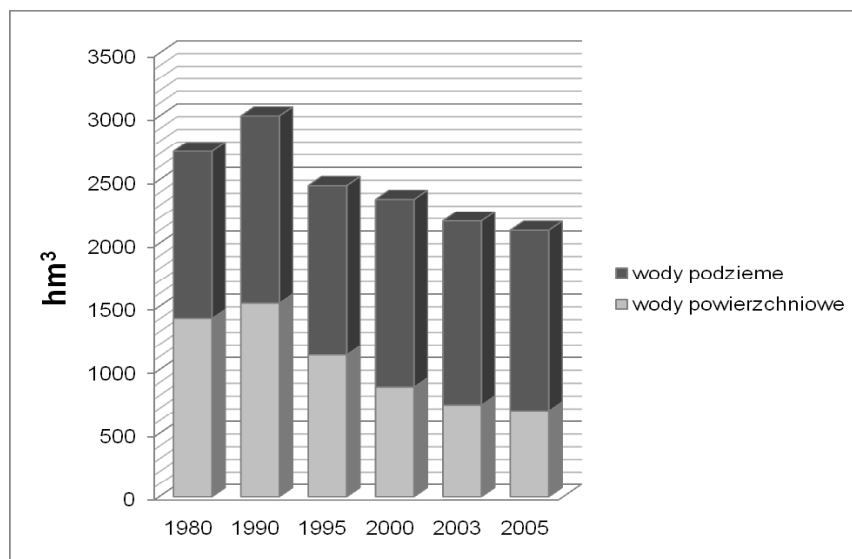
Specyficzną cechą naszego kraju utrudniającą prowadzenie bazy danych monitoringu jest ogromna ilość małych ujęć wody opartych na wykorzystaniu wód podziem-

nych. Polska jest krajem europejskim prawdopodobnie z największą ilością firm zaopatrzenia w wodę i największą ilością małych ujęć wody (Tab.1). Należy mieć również na uwadze, że wody podziemne stały się głównym źródłem „surowca” do produkcji wód przeznaczonych do spożycia (rys.3). Dane z rys.3 ilustrują także spadek zużycia wody po transformacji ustrojowej co wiąże się głównie z wprowadzeniem realnej ceny wody. Jest to typowa sytuacja dla krajów wschodniej Europy.

Tab. 1. *Przedsiębiorstwa wodociągowe w Polsce (2003)*

Tab. 1. *Water works in Poland (2003)*

Produkcja wody [ m <sup>3</sup> /d ]	Miasta	Wsie	Razem
< 10	1 260	7 696	8 956
10 - 1 000	1 733	9 082	10 815
1001 - 10 000	567	410	977
10 001 - 100 000	77	3	80
> 100 000	8	x	8
<b>Razem</b>	<b>3 645</b>	<b>17 191</b>	<b>20 836</b>



Rys.3. *Wody podziemne i powierzchniowe jako surowiec do produkcji wód przeznaczonych do spożycia w Polsce*

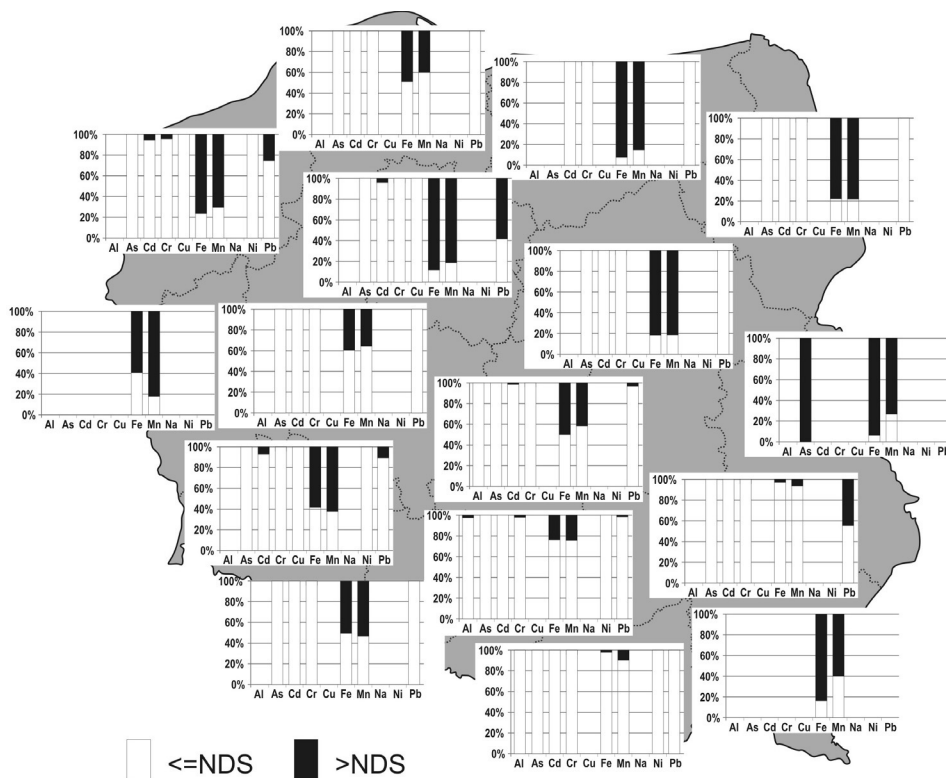
Fig.3. *Groundwater and surface water as a source of drinking water in Poland*

Wyniki krajowego monitoringu jakości wód przeznaczonych do spożycia za 2005 rok dają pierwszy regionalny przegląd informacji o zawartości w wodach metali i metaloidów (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Na, Ni, Pb). Zgodność z wymaganiami dotyczącymi wód przeznaczonych do spożycia została oceniona w oparciu o podział administracyjny. Wyniki zebrane w bazie danych za rok 2005 zostały zagregowane na poziomie 16 województw, 45 podregionów oraz 2478 gmin. Sposób agregacji uwzględnia gęstość przestrzenną informacji dotyczących metali jak również nierównomierność ilości oznaczeń poszczególnych metali i oznaczeń dla poszczególnych ogniw produkcji wody przeznaczonej do spożycia.

Liczba zawartych w bazie danych wyników analiz wód „surowych” jest zdecydowanie niższa od liczby wyników badań próbek wód z systemu dystrybucyjnego:

- Ujęcia wód podziemnych: 11 366
- Ujęcia wód powierzchniowych: 2 700
- System dystrybucyjny (od stacji uzdatniania do kranu) 176 716

Dla wód surowych racjonalna ocena statystyczna możliwa była przy agregacji w skali województw (rys. 4).



Rys.4 Przekroczenia najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) metali w wodach surowych z ujęć wód podziemnych

Fig.4. Compliance with drinking water standards for analyses from Groundwater Catchments.

Wyniki dla wód przeznaczonych do spożycia wymagały agregacji do 45 subregionów. Ze względu na ograniczoność miejsca w niniejszej publikacji pokazano graficznie tylko wyniki dla arsenu, ołowiu i żelaza (rys.5 do 7). We wszystkich przypadkach brano pod uwagę przepisy docelowe, które będą obowiązywać w 2013 roku [7].

Przykładowo pokazano stan wód surowych z ujęć wód podziemnych (rys.4). Dane zostały zagregowane dla 16 województw i 10 wskaźników (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Na, Ni, Pb ). Ocena posiada charakter wstępny ujawniając wiele luk wynikających z braku dostatecznej liczby analiz lub ich braku dla niektórych metali. Trzeba też brać pod uwagę, że obliczone procenty przekroczeń odnoszą się do różnej ilości analiz. Mimo tych słabości ujawnia się, duża ilość przekroczeń zawartości Fe i Mn sygnalizowana wyżej dla monitoringu jakości wód podziemnych (rys.1) oraz dla części ujęć również przekroczenia NDS dla As, Cd, Cr, Ni i Pb. Może to być efekt zanieczyszczeń antropogenicznych ale również może wynikać z przyczyn naturalnych. W pierwszym przypadku należy podjąć działania naprawcze w środowisku, a w drugim opracować odpowiednią technologię uzdatniania wody. Zwraca to uwagę na konieczność rozpoznania bardziej systematycznego zwłaszcza w celu ujawnienia regionów o naturalnie podwyższonej zawartości metali.

### 3. Metale w wodach przeznaczonych do spożycia w świetle badań Państwowej Inspekcji Sanitarnej w 2005 roku.

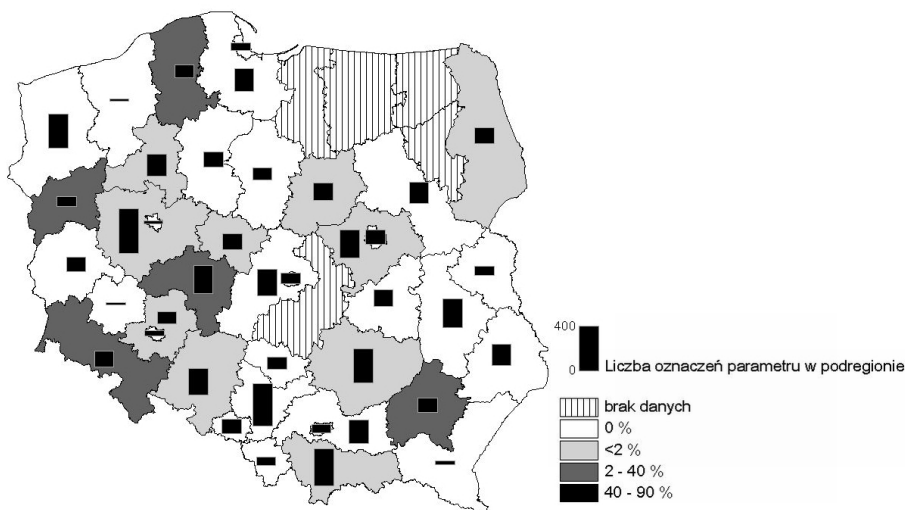
Najbardziej istotną częścią bazy danych z wynikami badań Państwowej Inspekcji Sanitarnej stanowią analizy wód z sieci dystrybucyjnej wodociągów od zakładu produkcyjnego począwszy po kran odbiorcy. Przedstawione opracowanie danych ujmuje całość wyników niezależnie od położenia punktu w sieci dystrybucyjnej i określa częstość przekroczeń Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń NDS w wodzie przeznaczonej do spożycia [7]. Racjonalna ocena statystyczna wyników zawartych w bazie danych PZH wymagała ich agregacji do 45 subregionów. Najbardziej liczne obserwacje dla żelaza i manganu (około 65000 oznaczeń) pozwalały na agregację w skali gmin. Ze względu na ograniczoność miejsca, w niniejszej publikacji pokazano graficznie w skali podregionów wyniki dla arsenu i ołowiu (rys.5 i 6), oraz w skali gmin dla żelaza (rys.7). Pozostałe metale omówiono krótko w tekście. We wszystkich przypadkach przy ocenie brano pod uwagę przepisy docelowe, które będą obowiązywać w 2013 roku [7]. W skali podregionów, oprócz informacji o procencie wyników przekraczających NDS podano także graficznie liczbę oznaczeń danego parametru w regionie.

Wyższe od NDS stężenia arsenu (rys.5) występujące w kilku podregionach sygnalizują istnienie problemu chociaż ilość przekroczeń stanowi zazwyczaj rząd kilku procent ogólnej liczby oznaczeń. Obecność arsenu najprawdopodobniej wynika z podwyższonej zawartości w wodach surowych, w związku z warunkami geochemicznymi, ale wymaga to potwierdzenia w dalszych badaniach.

Przekroczenia NDS dla ołowiu (rys.6) są dość liczne. W przypadku podregionu jeleniogórsko-wałbrzyskiego i bielsko-bialskiego odnotowano przekroczenia w około 60% przypadków. Większość przesłanek wskazuje na pochodzenie ołowiu z materiałów użytych do budowy sieci dystrybucyjnej zwłaszcza w starych instalacjach. Elementy ołowiane są stopniowo eliminowane z sieci, jeśli jednak w niej pozostają to ich ługowanie może prowadzić do podwyższonych stężeń w wodzie. Badania prowadzone w Anglii [4] wskazują, że obecność przyłączy ołowianych w sieci dystrybucyjnej praktycznie



uniemożliwia trwale osiągnięcie stężeń w instalacji użytkownika poniżej 0.01mg/L. Nie pozwala więc na spełnienie po 2013 roku docelowego NDS wód przeznaczonych do spożycia w UE. Jest to poważny problem, któremu głównie poświęcona jest aktywność programu COST Akcja 637. Anglicy rozwiązali problem przez pasywację rur ołowianych niewielkim dodatkiem fosforanów do uzdatnianej wody. W Polsce należy rozważyć jaki sposób będzie najbardziej efektywny, ale wiadomo, że bez poważnej akcji dotrzymanie NDS w granicach  $Pb < 0.01 \text{ mg/L}$  będzie niemożliwe.

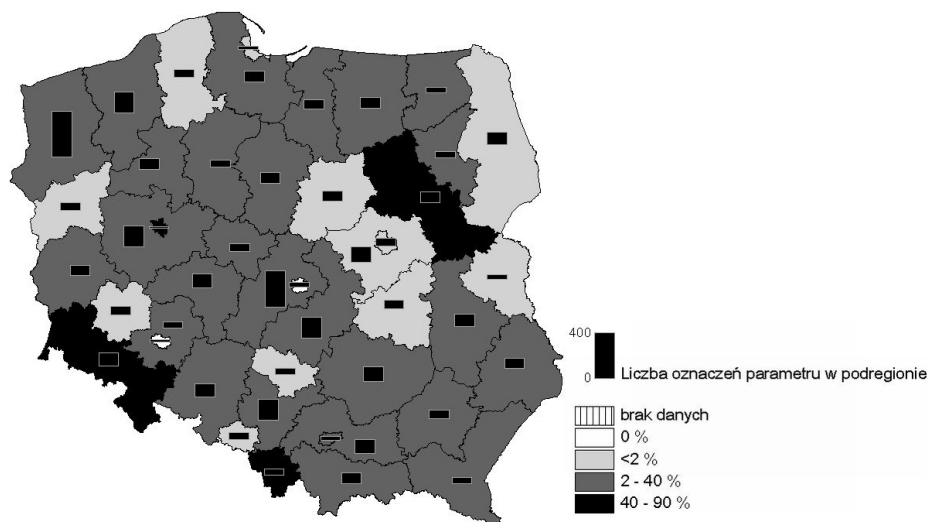


Rys.5. **Arsen (As).** Liczba badań w roku 2005 oraz procent wyników przekraczających wartości dopuszczalne w wodach przeznaczonych do spożycia ( $As > 0.01 \text{ mg/L}$ ). (opracowano w NIZP-PZH na podstawie wyników badań Państwowej Inspekcji Sanitarnej)

Fig.5. Percent of results higher than drinking water standards for **arsenic ( $As > 0.01 \text{ mg/L}$ )** in the distribution network from waterworks to a tap. (Elaborated by National Institute of Public Health based on State Sanitary Inspection data-2005).

Przekroczenia NDS dla żelaza są bardzo liczne (rys.7).. Podobnie wygląda obraz dla manganu. Analiza zgromadzonych danych wskazuje, że nakłada się tu kilka przyczyn. Po pierwsze naturalnie podwyższona zawartość żelaza i manganu w wodach surowych z ujęć wód podziemnych. Jak podano wyżej (rys.1) ponad 50% wód podziemnych w Polsce posiada z przyczyn całkowicie naturalnych stężenia Fe i Mn powyżej NDS w wodzie przeznaczonej do spożycia ( $Fe > 0.2 \text{ mg/L}$ ). Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku manganu (55% próbek wykazało zawartość  $Mn > 0.05 \text{ mg/L}$ ). Po drugie jest to problem efektywnego uzdatniania wody z którym radzą sobie duże przedsiębiorstwa wodociągowe ale stanowi to nadal istotny problem dla małych ujęć wód podziemnych. Po trzecie żelazo może pochodzić z ługowania materiałów użytych do budowy sieci dystrybucyjnej. Problem może być rozwiązany w skali kraju, głównie przez nacisk

konsumentów wody. Obecność wyższych od NDS stężeń Fe i Mn nie stwarza bowiem zagrożenia dla zdrowia ale powoduje niezadowolenie konsumentów (mętność, rdzawe lub czarne plamy itp.). Brak zagrożenia dla zdrowia jest powodem bardziej liberalnego traktowania przekroczeń NDS ze strony producentów wody. Konsumenty mają jednak prawo do wyegzekwowania dostawy wody o właściwej jakości, zgodnej z dyrektywą UE [2] i opartym na niej rozporządzeniu krajowym [7].



Rys.6. **Ołów Pb.** Liczba badań w roku 2005 oraz procent wyników przekraczających wartości dopuszczalne ( $Pb > 0.01 \text{ mg/L}$ ) w wodach przeznaczonych do spożycia (opracowano w NIZP-PZH na podstawie wyników badań Państwowej Inspekcji Sanitarnej)

Fig.6. Percent of results higher than drinking water standards for lead ( $Pb > 0.01 \text{ mg/L}$ ) in the distribution network from waterworks to a tap. (Elaborated by National Institute of Public Health based on State Sanitary Inspection data-2005).

Pozostałe metale rozważane w ramach akcji COST 637 mają sytuację zróżnicowaną. Kadm i chrom przy agregacji do podregionów wykazują ilość przekroczeń na poziomie kilku procent liczby oznaczeń. Poza przyczynami związanymi z zanieczyszczeniem antropogenicznym wód surowych, podwyższone stężenia mogą się wiązać z ługowaniem z materiałów użytych w instalacjach szczególnie armatury u użytkownika wody. Dla niklu dysponujemy małą ilością danych, ale są sygnały obecności niklu zarówno w wodach surowych jak i przekroczenia NDS w wodach przeznaczonych do spożycia w kilku subregionach. Generalnie problem niklu wymaga pełniejszego rozpoznania. Glin Al posiada zbyt mało oznaczeń dla oceny, ilość przekroczeń w tym ograniczonym zbiorze jest niewielka. Podobnie mała ilość oznaczeń dotyczy miedzi. Mimo liberalnej normy zdarzają się przekroczenia NDS w wodach u końcowych użytkowników co wymaga zwrócenia uwagi na procesy ługowania Cu z instalacji domowych.

Praktycznie brak wiarygodnych danych dotyczących zawartości rtęci Hg co wynika z trudności w opanowaniu poprawnej metodyki poboru próbek i ich konserwacji. Dane literaturowe wskazują generalnie, że stężenia Hg w wodach przeznaczonych do spożycia bardzo rzadko przekraczają NDS wymaga to jednak empirycznego potwierdzenia. Wysoka zawartość sodu Na może występować w specyficznych warunkach np. przy transgresji wód morskich bądź ascencji zmineralizowanych wód podziemnych. Nie stwarza to problemu generalnego w skali kraju, ale powinno być rozpoznane w rejonach intruzji wód słonych czego aktualnie brakuje w relacjonowanej bazie danych opartych o badania Państwowej Inspekcji Sanitarnej.



Rys. 7. **Żelazo (Fe).** Procent wyników przekraczających wartości dopuszczalne w wodach przeznaczonych do spożycia w roku 2005. Dane zagregowane w skali gmin (opracowano w NIZP-PZH na podstawie wyników badań Państwowej Inspekcji Sanitarnej).

Fig. 7. Percent of results higher than drinking water standards for iron ( $\text{Fe} > 0.2 \text{ mg/L}$ ) in the distribution network from waterworks to a tap. Data aggregated to gminas. (Elaborated by National Institute of Public Health based on State Sanitary Inspection data).

## 4. Wnioski

Usystematyzowane i wykonywane na szerszą skalę badania zawartości metali i substancji towarzyszących w wodach surowych i w wodach przeznaczonych do spożycia wskazują na możliwość wystąpienia problemów ze spełnieniem zastrzegających się standardów dla wód przeznaczonych do spożycia.

Wiele aspektów związanych z występowaniem metali w wodach przeznaczonych do spożycia wymaga pilnego wyjaśnienia (opracowania). W celu ograniczenia zbyt wysokich zawartości metali niezbędne jest ustalenie wszystkich potencjalnych źródeł pochodzenia metali na całej drodze od ujęcia po kran odbiorcy. Metodą osiągnięcia tych celów jest dobrze zorganizowany monitoring jakości wód i ciągle rozwijana i rozbudowywana baza danych monitoringowych działająca w powiązaniu z systemami informacji geograficznej (GIS).

Powszechne występowanie wód z naturalnie wysokimi stężeniami żelaza i manganu oraz przekraczanie NDS dla tych pierwiastków w wodach przeznaczonych do spożycia wskazuje na potrzebę rozwoju bardziej efektywnych metod uzdatniania wód, szczególnie w małych ujęciach. Podobne problemy dotyczą arsenu chociaż dla mniejszych obszarów oraz lokalnie również ołowiu i niklu.

Szczególną wagę przywiązywać należy do ołowiu występującego w wodach przeznaczonych do spożycia dość często w stężeniach powyżej 0.01mg/L. Stwierdzone w punktach zlokalizowanych w obrębie sieci dystrybucyjnej stężenia ołowiu są wyższe niż w wodach surowych co wskazuje na ich wymywanie z materiałów użytych do budowy sieci. Jest to problem dotyczący całej Unii Europejskiej, wymagający rozwiązania do roku 2013 kiedy zawartość 0.01mgPb/L stanie się najwyższą dopuszczalną zawartością w wodach przeznaczonych do spożycia, w punkcie końcowego odbioru.

## Bibliografia

- [1] COST ACTION 637: METEAU - Metals and Related Substances in Drinking Water, <http://www.meteau.org>.
- [2] DWD, 98, Council directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption. *Official Journal L 330, 05/12/1998 p. 0032 – 0054*
- [3] GWD, 2006, Directive 2006/118/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the protection of groundwater against pollution and deterioration. *Official Journal L 372/19*
- [4] Hayes C., Optimization tools for achieving the lead standard of 0.01 mg/L in drinking water. *Proceedings of Int. Conf. METEAU – Metals and Related Substances in Drinking Water. COST Action 637. Antalya, Turkey October 2007*
- [5] Hordejuk T., Hordejuk M., Stan jakości wód podziemnych na podstawie badań monitoringowych w latach 1996-2002, *Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 2003*.
- [6] IWA, 2004, The Bonn Charter for safe drinking water, *International Water Association, September 2004*.

- [7] Rozp.Min. Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz.U. 2007 Nr 61, poz.417
- [8] WHO 2004, Guidelines for drinking water quality, 3<sup>rd</sup> edition, *World Health Organisation WHO, Geneva, 2004.*
- [9] Witczak S., Postawa A., Metale i substancje towarzyszące w wodach do picia-COST Akcja 637. *Współczesne Problemy Hydrogeologii, T.XIII cz.2, s.365-369, AGH Kraków, 2007.*

*Artykuł powstał częściowo dzięki wsparciu finansowemu z umowy AGH 11.11.140.139*

