

ANDRZEJ JĘDRCAK, TADEUSZ CZYRSKI

WYSTĘPOWANIE ZWIĄZKÓW CHLOROORGANICZNYCH W WODZIE DO PICIA DLA MIASTA ZIELONEJ GÓRY I W WODACH NIEKTÓRYCH RZEK WOJ. ZIELONOGÓRSKIEGO

OCCURENCE OF ORGANOCHLORINE COMPOUNDS IN TAP WATER OF SOME RIVERS OF THE ZIELONA GÓRA VOIVODESHIP

Z Wojewódzkiego Ośrodka Badań i Kontroli Środowiska w Zielonej Górze
Kierownik: mgr J. Mendaluk

Oznaczono zawartość związków chloroorganicznych w wodach do picia, otrzymanych w wyniku uzdatniania wód podziemnych i powierzchniowych oraz w wodach trzech rzek: Odry, Obry Leniwej i Obrzycy. W wodach podziemnych związki chloroorganiczne występowały w bardzo małych ilościach lub nie występowały wcale. W wodach powierzchniowych chloroform występował w ilości od kilku do kilkunastu $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, stężenie czterochlorku węgla nie przekraczało $1 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ a pozostałe chlorowcopochodne występowały jedynie w wodzie Odry. W wodach do picia stężenie chloroformu znacznie przekraczało wartości dopuszczalne przez WHO.

WSTĘP

Występowanie chlorowcopochodnych krótkołańcuchowych węglowodorów alifatycznych w wodach naturalnych wzbudza w ostatnich latach coraz większe zaniepokojenie. Fakt ten jest zrozumiały, ponieważ liczne badania dowodzą, że mają one działanie mutagenne, kancerogenne i teratogenne. [4, 5, 6, 7, 8, 10, 11]. Najlepiej rozpoznany związek chlorowcoorganiczny są trójhalometany (THM). Głównymi przedstawicielami tej grupy związków są: chloroform (CHCl_3), dwuchlorometan (CH_2Cl_2) i bromoform (CHBr_3).

Oprócz trójhalometanów w wodach stwierdza się obecność innych chlorowcopochodnych ograniczonych a wśród nich przede wszystkim czterochlorek węgla (CCl_4), trójchloroetylen (C_2HCl_3), czterochloroetylen (C_2Cl_4), dwuchlorometan (CH_2Cl_2), 1,2-dwuchloroetan ($\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$) i 1,2-dwuchloroetylen ($\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$).

Obecne w wodach pitnych chlorowcopochodne organiczne powstają głównie w procesach chlorowania wód zawierających związki humusowe; wydajność reakcji tworzenia się związków zależy od stężenia ich prekursorów i chloru, odczynu wód (pH), temperatury i czasu kontaktu reagentów [13]. Rodzaj powstających związków w dużym stopniu zależy od zasolenia wód naturalnych [9]. Związki chloroorganiczne, głównie chloroform, tworzą się w trakcie chlorowania wód o małej zawartości soli (poniżej $0,1 \text{ g}/\text{dm}^3$). Związki bromoorganiczne, głównie bromoform powstają w przypadku uzdatniania wód o zasoleniu wyższym niż $0,1 \text{ g}/\text{dm}^3$. W wodach o zasoleniu

około 1 g/dm³ bromoform stanowi 50% wszystkich trójhalemetanów tworzących się w trakcie chlorowania wody.

Zawartość chloroorganicznych substancji w wodzie do picia waha się w bardzo szerokich granicach, osiągając nawet powyżej 0,800 mg/dm³. Przykładowo, stężenie chloroformu w wodzie do picia wynosiło [11]: w miastach Kanady od 0,001 do 0,121 (śred. – 0,013 mg/dm³), w RFN od 0,025 do 0,300 mg/dm³, w USA średnio 0,024, maksymalnie 0,0815 mg/dm³, w NRD od 0,0048 do 0,0298 (śred. – 0,0168 mg/dm³) i na Węgrzech (woda chlorowana z ujęć powierzchniowych) średnio 0,033, maksymalnie 0,190 mg/dm³. Stężenia innych, wykrywalnych związków chlorowcoorganicznych były od kilku do kilkunastu razy niższe niż chloroformu. Dopuszczalne stężenie sumy THM w wodach do picia według norm obowiązujących w USA nie powinno przekraczać 0,100 mg/dm³ a w krajach Europy Zachodniej 0,025 mg/dm³. Światowa Organizacja Zdrowia zaleca, aby stężenie chloroformu w wodzie do picia nie przekraczało 0,030 mg/dm³.

W Polsce pierwsze badania dotyczące występowania w wodach związków chlorowcoorganicznych przeprowadzono w drugiej połowie lat siedemdziesiątych [12, 14]. W latach 1981–1982 jednorazowo oznaczono zawartość THM w wodach 61 miast Polski. Stwierdzono, że zanieczyszczenie wód do picia związkami chlorowcoorganicznymi jest znaczne. w wielu miastach stężenie tych związków przekracza wartości dopuszczalne zalecane przez WHO i może stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzi [1,2,3].

W 1988 roku w Wojewódzkim Ośrodku Badań i Kontroli Środowiska w Zielonej Górze rozpoczęto badania stopnia zanieczyszczenia wód naturalnych i wód do picia związkami chlorowcoorganicznymi. Wyniki tych analiz przedstawiono w niniejszym artykule. Badania są kontynuowane w znacznie szerszym zakresie. Planuje się prowadzenie stałej kontroli zawartości tych związków w większości miast oraz w wodach powierzchniowych na terenie woj. zielonogórskiego.

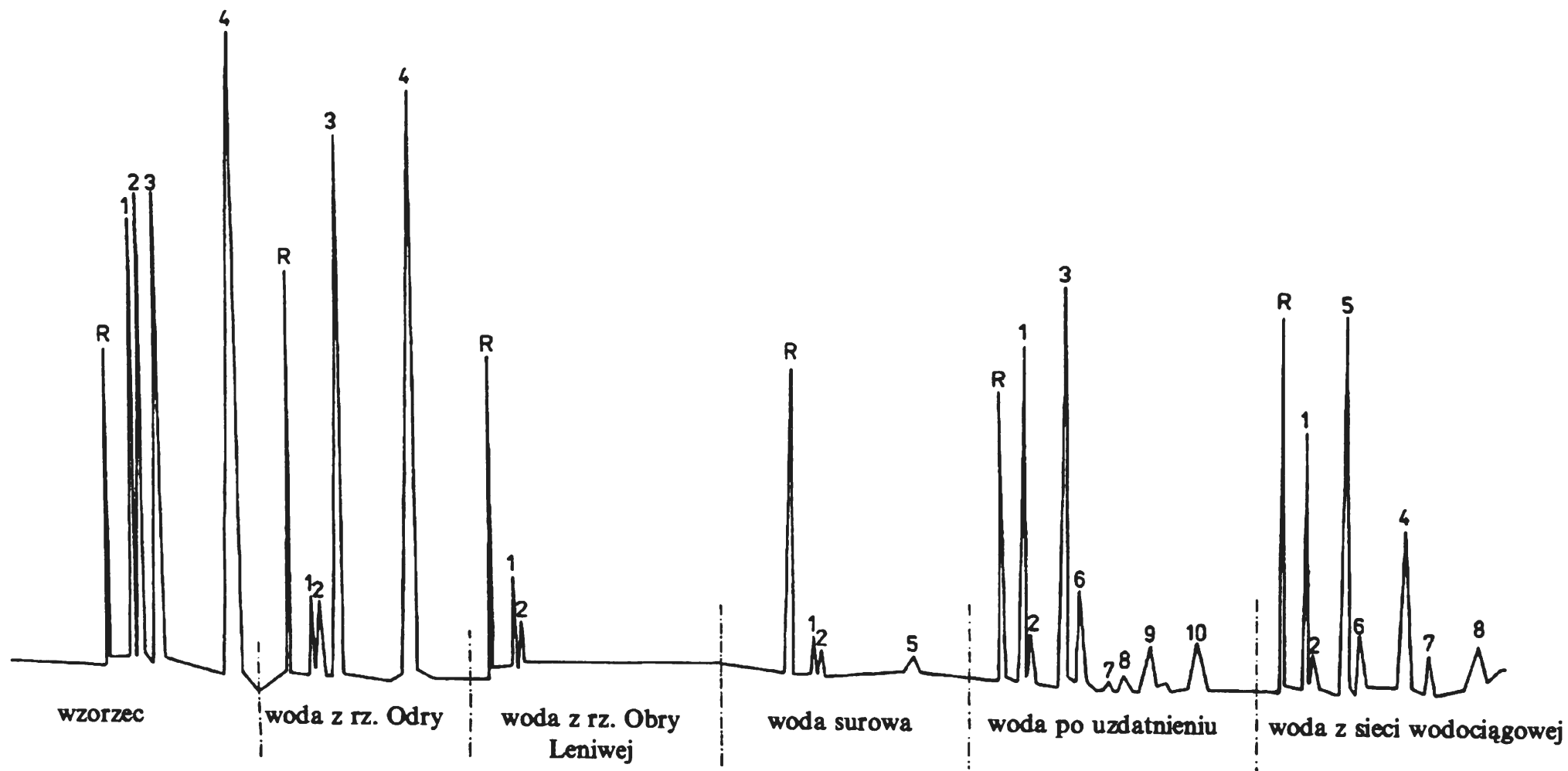
CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Teren badań

Miasto Zielona Góra zaopatrywane jest w wodę do picia przez Wodociąg Miejski ze Stacją Uzdatniania Wody (SUW) w Zawadzie. Ujmuje on wody powierzchniowe z rzeki Obrzycy w Sadowej oraz wody podziemne ze studni zlokalizowanych w Zawadzie. Obie wody są mieszane w stosunku objętościowym około 3-4:1 a następnie poddane oczyszczeniu. Układ technologiczny obejmuje następujące procesy: koagulację domieszek wody siarczanem glinowym (od maja 1989 stosowany jest siarczan żelazawy) i chlorowanie prowadzone w akceleratorach, filtrację oraz chlorowanie dezynfekujące. Od niedawna wprowadzono filtrowanie wody przez filtry węglowe. tak uzdatniona woda wprowadzana jest do sieci wodociągowej miasta. Niewielka część (ok. 8%) zapotrzebowania na wodę Zielonej Góry pokrywana jest z lokalnych ujęć wód podziemnych, zlokalizowanych w różnych częściach miasta.

Metodyka

W okresie od 30.05. do 8.06.1988 r. codziennie pobierano próby wody z 7 kranów czerpalnych zasilanych z Wodociągu Miejskiego, zlokalizowanych w różnych częściach miasta: kran czerpalny I, ul. Siemiradzkiego; II, ul. Wrocławska; III, Przylep; IV, ul. Zamenhofa; V, ul. Zawadzkiego;



Ryc. 1. Chromatogram mieszaniny wzorcowej trójhalemtanów oraz niektóre chromatogramy badanych wód.

R. n-pentan, 1. chloroform, 2. czterochlorek węgla, 3. trójchloroetylen, 4. czterochloroetylen, 5-10. substancje niezidentyfikowane

Fig. 1. Chromatogram of a standard mixture of tri- and tetrahydrocarbons and some chromatograms of the investigated waters.

R. n-pentane, 1. chloroform, 2. carbon tetrachloride, 3. trichloroethylene, 4. tetrachloroethylene, 5-10. unidentified substances

Tabela I. Zawartość związków chlorowcoorganicznych w wodzie do picia pobranej w różnych miejscach sieci wodociągowej na terenie miasta Zielonej Góry w $\mu\text{g}/\text{dm}^3$.

Contents of organochlorine compounds in tap water collected from various parts of the water mains in the city of Zielona Góra (in $\mu\text{g}/\text{dm}^3$).

Rodzaj związku	Stanowisko	I		II		III		IV		V		VI		VII	
		\bar{x}	zakres	\bar{x}	zakres	\bar{x}	zakres	\bar{x}	zakres	\bar{x}	zakres	\bar{x}	zakres	\bar{x}	zakres
CHCl_3		54,9	49,1–73,2	54,4	46,6–64,6	55,1	42,0–80,2	55,4	43,5–61,0	49,7	38,6–61,0	48,8	38,6–57,1	51,9	44,2–59,8
CCl_4		2,8	1,2–4,5	3,0	2,0–3,2	3,3	2,0–4,0	3,1	1,0–4,1	2,9	1,8–3,9	3,1	1,3–4,5	3,2	1,9–4,6
C_2HCl_3		2,1	0,0–4,0	2,4	1,0–3,9	2,8	1,9–3,9	2,4	1,1–3,9	2,8	1,9–4,8	2,8	1,9–3,9	2,6	1,0–4,8
C_2Cl_4		1,8	1,3–2,9	1,9	1,1–4,0	2,1	1,1–3,7	2,1	1,5–4,3	1,8	1,1–3,2	1,6	0,8–3,6	1,9	1,3–3,0

\bar{x} – wartość średnia z 10 oznaczeń

VI, ul. Podgórna; VII, ul. Osiedlowa, oraz z dwóch kranów czerpalnych zasilanych ze studni głębinowych: VIII, ul. Moniuszki; IX, ul. Jedności Robotniczej.

Badania wody pobieranej z kranu czerpalnego I wykonano jeszcze czterokrotnie w: listopadzie 1988 r., w marcu 1989 r., na przełomie czerwca i lipca 1989 r. i w lutym 1990 r. W lutym 1990 r. do badań pobrano również wodę surową i uzdatnioną ze Stacji Uzdatniania Wody w Zawadzie przez okres kolejnych trzech dni.

W styczniu 1990 r. (10.01. i 24.01.) przeprowadzono badania wody z rzeki Odry na terenie województwa zielonogórskiego, a w lutym 1990 r. dodatkowo oznaczono zawartość chlorowcopodobnych w wodach rzek Obry Leniwej i Obrzycy. Miejsca poboru próbek wód powierzchniowych przedstawiono na ryc. 1. Próby wody pobierano metodą beztlenową do butelek o pojemności 0,1 dm³. W wodach oznaczono: chloroform, czterochlorek węgla, trójchloroetylen, czterochloroetylen. Ograniczenie zakresu badań tylko czterech wymienionych substancji wynikało z braku wzorców innych związków chlorowcoorganicznych.

W celu wyizolowania związków chlorowcoorganicznych 10 ml badanej wody ekstrahowano 1 ml n-pentanu, a następnie ekstrakt analizowano metodą chromatografii gazowej. Stosowano chromatograf Chrom-5 produkcji CSRS wyposażony w nikłowy detektor ECD. Do rozdzielania związków używano kolumnę szklaną o wymiarach 2200 mm × 3 mm wypełnioną Chromatonem N-super o uziarnieniu 0,200–0,250 mm pokrytym olejem silikonowym DC-550 w ilości 15% masy nośnika. Temperatura termostatu wynosiła 60°C, temperatura detektora i iniektora – 170°C. Jako gaz nośny stosowano argon, którego przepływ wynosił 40 ml/min. W opisanych warunkach uzyskano optymalny rozdział chlorowcoorganicznych i maksymalną czułość detekcji.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Woda do picia pobrana z Wodociągu Miejskiego w czerwcu 1988 r. zawierała znaczne ilości chloroformu (Tab. I). We wszystkich analizowanych próbach jego stężenie było wyższe niż dopuszczalne przez WHO (30 µg/dm³) i wahało się w granicach od 38,6 do 80,2 µg/dm³. Średnie stężenie chloroformu w wodach z objętych badaniami kranów czerpalnych było porównywalne i wynosiło od 48,8 do 55,4 µg/dm³. Pozostałe oznaczane związki chlorowcoorganiczne występowały w niewielkich stężeniach, niższych niż 5,0 µg/dm³.

Wody podziemne ze studni (Tab. II) zawierały małe ilości chloroformu od 6,8 do 17,7 µg/dm³ oraz porównywalne do wód z Wodociągu Miejskiego stężenia czterochloroku węgla, od 1,1 do 4,5 (średnio 2,7) µg/dm³. W wodach tych nie stwierdzono obecności trójchloroetynu i czterochloroetynu.

Tabela II. Zawartość związków chloroorganicznych w wodach ze studni głębinowych na terenie miasta Zielonej Góry
Contents of organochlorine compounds in waters from deep-water wells in the city of Zielona Góra

Rodzaj związku	Stanowisko	VIII		IX	
		\bar{x}	zakres	\bar{x}	zakres
CHCl ₃		12,1	6,8–13,6	12,7	7,3–17,7
CCl ₄		2,8	1,1–4,0	2,6	1,1–4,5
C ₂ HCl ₃		n.w.	–	n.w.	–
C ₂ Cl ₄		n.w.	–	n.w.	–

Zawartości chloroformu w próbkach wody pobranych z kranu czerpalnego I (ul. Siemiradzkiego) w kolejnych okresach pomiarowych wahały się w szerokim zakresie stężeń. Największy rozrzut ich wartości stwierdzono w marcu 1989 (od 18,1 do 90,0) $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ a najmniejszy w czerwcu 1989 r. (od 42,3 do 65,6 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ (Tab. III). Analiza średnich wartości stężeń chloroformu w kolejnych cyklach pomiarowych wykazała, że najniższe jego stężenia wykazywała woda w marcu 1989 r. – 40,9 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ a najwyższe w listopadzie 1989 r. – 68,3 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Czterochlorek węgla występował w małych ilościach we wszystkich analizowanych próbkach wody, obecność trójchloroetylenu stwierdzono w próbach wody pobranych w czerwcu 1988 r. oraz w marcu i czerwcu 1989 r. a czterochloroetylen w czerwcu 1988 r. (wszystkie próbki), w czerwcu 1989 r. (dwie próbki) i lutym 1990 r.

Tabela III. Zawartość związków chloroorganicznych w wodzie do picia pobranej z kranu czerpalnego I (ul. Siemiradzkiego) w różnych porach roku
Contents of organochlorine compounds in tap water drawn from the cock I in various seasons

Rodzaj związku	Czerwiec 1988		Listopad 1988		Marzec 1989		Czerwiec 1989		Luty 1990	
	\bar{x}	zakres	\bar{x}	zakres	\bar{x}	zakres	\bar{x}	zakres	\bar{x}	zakres
CHCl_3	54,9	49,1–73,2	68,3	46,3–85,5	40,9	18,1–90,0	45,9	42,3–65,6	57,2	42,3–70,2
CCl_4	2,8	1,2–4,5	0,4	0,1–2,1	2,0	1,2–3,6	2,1	0,6–3,5	0,9	0,6–1,4
C_2HCl_3	2,1	0,0–4,0	n.w.	–	1,8	1,0–4,0	0,6	0,0–1,3	n.w.	–
C_2Cl_4	1,8	1,3–2,9	n.w.	–	n.w.	–	0,2	0,0–1,5	2,9	0,0–11,7

Przeprowadzone w lutym 1990 r. analizy wody ze SUW wykazały (Tab. IV – ryc. 1), że woda surowa zawierała od 7,9 do 11,0 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ chloroformu i od 0,2 do 0,4 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ czterochlorku węgla. Woda po koagulacji i chlorowaniu w akceleratorze zawierała od 66,3 do 77,2 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ chloroformu i od 0,6 do 0,8 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ czterochlorku węgla. Trójchloroetylen i czterochloroetylen nie występował w wodzie po chlorowaniu. W wyniku chlorowania nastąpił zatem kilkakrotny wzrost stężenia chloroformu i około dwukrotny wzrost stężenia czterochlorku węgla w wodzie.

Tabela IV. Zawartość związków chloroorganicznych w wodzie surowej i uzdatnionej ze SUW w Zawadzie – Zielona Góra
Contents of organochlorine compounds in crude water and in water treated at the Water Treatment Station in Zawada – Zielona Góra

Rodzaj wody	Data poboru prób wody	CHCl_3	CCl_4	C_2HCl_3	C_2Cl_4
Woda surowa	14.02.1990	11,0	0,2	n.w.	n.w.
	15.02.1990	9,3	0,3	n.w.	n.w.
	16.02.1990	7,9	0,4	n.w.	n.w.
Woda uzdatniona	14.02.1990	74,5	0,8	n.w.	n.w.
	15.02.1990	77,2	0,6	n.w.	n.w.
	16.02.1990	66,3	0,6	n.w.	n.w.

Tabela V. Zawartość związków chloroorganicznych w rzece Odrze na terenie województwa zielonogórskiego
Contents of organochlorine compounds in Odra River waters in the Zielona Góra voivodeship

Nr próbki	km biegu rzeki	CHCl ₃		CCl ₄		C ₂ HCl ₃		C ₂ Cl ₄	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	542	25,2	14,6	0,6	0,5	24,9	3,3	38,6	5,2
2	552	29,0	10,3	0,9	0,5	29,0	6,3	27,5	3,4
3	556	26,4	27,1	0,7	1,3	42,3	157,2	60,8	52,9
4	581	10,8	11,1	0,4	0,3	35,2	n.w.	52,3	3,1
5	593	13,5	8,4	0,8	0,4	51,4	3,0	40,5	1,4
6	615	21,5	9,5	0,8	0,3	33,5	n.w.	50,1	2,0
7	617	15,5	11,0	0,4	0,5	37,4	n.w.	27,5	1,2

1 – próby pobrane 10.01.1990 r.

2 – próby pobrane 24.01.1990 r.

Tabela VI. Zawartość związków chloroorganicznych w rzece Obrze Leniwej i Obrzyca na terenie woj. zielonogórskiego
Contents of organochlorine compounds in waters of the Odra Leniwa and Obrzyca rivers in the Zielona Góra voivodeship

Nazwa rzeki	Nr próbki	Miejsce poboru prób wody, km biegu rzeki	CHCl ₃	CCl ₄	C ₂ HCl ₃	C ₂ Cl ₄
Odra Leniwa	8	36	17,2	0,6	n.w.	n.w.
	9	32	16,8	0,5	n.w.	n.w.
	10	Lubiniecka Struga	25,0	7,2	n.w.	n.w.
	11	29	34,8	0,6	n.w.	n.w.
	12	16	27,2	0,6	n.w.	n.w.
	13	7	21,6	0,4	n.w.	n.w.
	14	2	17,4	0,3	n.w.	n.w.
	15	rów melioracyjny z Klępska	15,7	0,4	n.w.	n.w.
Obrzyca	16	50	11,2	0,5	n.w.	n.w.
	17	Ciekąca-ujście	12,2	0,5	n.w.	n.w.
	18	35	10,5	0,7	n.w.	n.w.
	19	Płd. Kanał Obry	11,0	0,6	n.w.	n.w.
	20	29	13,1	0,4	n.w.	n.w.
	21	16	9,7	0,5	n.w.	n.w.
	22	12	12,8	0,5	n.w.	n.w.
	23	5	13,7	0,6	n.w.	n.w.
	24	3	10,5	0,6	n.w.	n.w.

Przeprowadzone w styczniu i lutym 1990 r. analizy wód z trzech rzek na terenie województwa zielonogórskiego wykazały (Tab. V i VI – rys. 2), że w wodach wszystkich rzek występuje chloroform. Najwyższe jego stężenie stwierdzono w wodach rzeki Odry od 8,42 do 29,0 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. W wodach pozostałych rzek, chloroform występował w stężeniach porównywalnych. We wszystkich wodach stwierdzono obecność czterochlorku węgla w ilościach poniżej 1,0 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ z wyjątkiem jednego z dopływów rzeki Obrzy Leniwej – Lubinieckiej Strugi, gdzie stężenie CCl_4 wynosiło w dniu pomiaru 7,2 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. W Odrze stwierdzono obecność zaskakująco dużych ilości C_2HCl_3 (od 0,0 do 157,2 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) i C_2Cl_4 (od 1,2 do 60,8 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$).

W wodach pozostałych rzek związki te nie występowały.

PODSUMOWANIE

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że związki chloroorganiczne były obecne zarówno w analizowanych wodach powierzchniowych jak i podziemnych. W wodach rzek występował głównie chloroform w ilościach od kilkunastu do kilkudziesięciu $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Trójchloroetylen i czterochloroetylen wykrywano w bardzo dużych ilościach w Odrze a w pozostałych rzekach były one obecne w śladowych ilościach, lub nie występowały wcale. Czterochlorek węgla występował we wszystkich badanych rzekach w ilości poniżej 1,0 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. W objętych badaniami wodach podziemnych stwierdzano obecność zarówno chloroformu (12,3 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) jak i czterochlorku węgla (2,7 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$).

W wodach naturalnych związki chlorowcoorganiczne nie powinny występować. Należy sądzić, że stwierdzana obecność tych związków w wodach jest raczej wynikiem ich skażenia bezpośrednio związkami chlorowcoorganicznymi lub substancjami zawierającymi czynny chlor, a nie wynikiem naturalnych procesów biochemicznych.

We wszystkich analizowanych próbkach wody wodociągowej stwierdzono znaczne ilości chloroformu, a także obecność innych związków chlorowcoorganicznych. W kolejnych okresach pomiarowych stężenia tych związków wahały się w bardzo szerokich granicach (np. CHCl_3 od 18,1 do 90,0 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$). Stwierdzono jednak nieznaczne różnice w zawartości chloroformu w próbach pobranych wiosną (średnio 40,9 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) i jesienią (średnio – 68,3 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$).

Tworzenie się związków chlorowcoorganicznych w wodzie do picia jest wynikiem reakcji substancji humusowych obecnych w wodach naturalnych z chlorem wprowadzanym w procesie ich uzdatniania. Substancje humusowe występują zarówno w wodach powierzchniowych jak i podziemnych.

Według badań *Bilozora* [2] w wodach powierzchniowych zawartość substancji humusowych wynosiła od 3,7 do 58 mg/dm^3 a w wodach podziemnych od 2,1 do 225 mg/dm^3 . W wodach powierzchniowych i słabo zabarwionych wodach podziemnych przeważają głównie kwasy fulwowe, natomiast w wodach podziemnych silnie zabarwionych dominują kwasy huminowe i hmatomelanowe.

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, zgodnie z oczekiwaniami kilkukrotny wzrost stężenia chloroformu w wodzie w trakcie jej uzdatniania w akceleratorach (średnio z 9,4 do 72,7 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$). Tak znaczny przyrost stężenia chloroformu w wodzie jest zrozumiały, ponieważ od 70 do 80% uzdatnionej wody stanowi woda

powierzchniowa z rzeki Obrzyca, zawierająca głównie kwasy fulwowe wykazujące wyższą reaktywność z chlorem niż inne substancje humusowe.

Z piśmiennictwa wiadomo, że reakcja haloformowa przebiega w wodach naturalnych w temperaturze 20°C, w ciągu pierwszych 24 godzin kontaktu z chlorem z dużą prędkością. W tym czasie tworzy się jednak tylko 50% trójhalometanów. Pozostała ilość związków chlorowcoorganicznych powstaje dopiero po znacznie dłuższym czasie trwania reakcji. Należałoby więc oczekiwać wyższych stężeń chloroformu w wodzie wodociągowej niż w wodzie bezpośrednio po akceleratorach. Taki rozkład stężeń chloroformu został potwierdzony w wodociągach kilku miast w tym również Zielonej Góry, w czasie badań prowadzonych w 1982 r. [1].

Prezentowane wyniki ze względu na niewielką ilość analiz wody uzdatnionej pobieranej bezpośrednio za akceleratorami miały charakter rozpoznawczy. Konieczne jest więc prowadzenie stałych, systematycznych badań zawartości związków chlorowcoorganicznych zarówno w wodach do picia, jak i w wodach naturalnych – powierzchniowych i podziemnych. Pozwoli to kontrolować aktualny stan skażenia wód tymi związkami a także wprowadzać zmiany w technologiach uzdatniania wody, prowadzące do obniżenia zawartości związków chloroorganicznych w wodzie do picia.

A. Jędrczak, T. Czyrski

OCCURENCE OF ORGANOCHLORINE COMPOUNDS IN TAP WATER IN THE CITY OF ZIELONA GÓRA AND IN WATERS OF SOME RIVERS OF THE ZIELONA GÓRA VOIVODESHIP

Summary

In years 1988–1989 the contents of organochlorine compounds were determined by gas chromatography in tap water obtained by treatment of a mixture of surface water and subterranean water, as well as in waters of three rivers of the Zielona Góra voivodeship: Odra, Odra Leniwa and Obrzyca. Chloroform, carbon tetrachloride, trichloroethylene and tetrachloroethylene were determined. These compounds were present both in surface waters and subterranean waters. In subterranean waters the mean concentrations of chloroform and carbon tetrachloride were 12.3 and 2.7 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, respectively. Surface waters contained from 10–20 to several tons of μg chloroform/ dm^3 and small amounts of carbon tetrachloride. The remaining organochlorine compounds occurred only in the Odra River, often in considerable amounts. During water treatment in accelerators, chloroform concentrations rose several times, and carbon tetrachloride levels slightly increased. In tap water the chloroform content fluctuated between 18.1–90.0 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, whereas the concentration of the remaining organochlorine compounds did not exceed 5 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$.

PIŚMIENICTWO

1. *Bilozor S.*: Trójhalometany w największych systemach wodociągowych w Polsce. *Gosp. Wodna* 1986, 10–11 195. – 2. *Bilozor S.*: Trójhalometany w wodzie do picia oraz usuwanie ich prekursorów. *Gosp. Wodna* 1985, 12, 285. 3. *Bilozor S., Wiśniewski P., Adamczewski M., Zlecki W.*: Występowanie trójhalometanów w wodzie niektórych wodociągów w Polsce GWTS, 1982, 9–10, 203. – 4. *Ellis D.* Organic constituents of mutagenic secondary effluents from wastewater treatment plants. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 1982, 11, 373. – 5. *Fielding M., Hort H.*: Formation of mutagens and chemicals

during water treatment chlorination. *Wat. Supply*, 1981, 4. 103. – 6. *Glaze W.H.*: Analysis of chlorinated organic compounds formed during chlorination of wastewater products. *Nat. Techn. Inform. Serv.*, No PB 83–144444, – 7. *Greenberg A.E.*: Chlorination of drinking water, Public Health Perspectives. In *water Chlorination Environmental Impact and Health Effects*. Michigan 1980, 3, 3. – 8. *Harrison R.M.*: Effect of water chlorination upon levels of some PAHs in water. *Environ. Sci. Technol.*, 1976, 10, 1151., 9. *Holz G.R.*: Anthropogenic C₁ and C₂ halocarbaunus: potential application as castal water, *Mass Traces Environ. Sci. Res.* 1980, 435. – 10. *De Leer E.W.B. i inni*: Identification of intermediates leading and C-4 diacids in the chlorination of humic acids. *Environ. Sci. Techn.* 1985., 19., 1985

11. *Sadowski S.*: Metodiczeskije rekomendacii po higieniczeskoj ocienkie sojedinenij, w czestnosti alifaticzeskich i trigalometanow w pitewoj wode. *SEW*. Moskwa, 1987, 81. – 12. *Sadowski S.*: Wpływ procesów uzdatniania wody na zawartość mikrozanieczyszczeń organicznych w wodzie do picia. *Konf. PZiTS Wrocław*, 1978: Mikrozanieczyszczenia wody 35, 293. – 13. *Świdarska-Bróz M.*: Interaction between humic substances and some trace metals in the coagulation. *Komunikaty Inst. Inż. Ochr. Środ. P. Wr.* Wrocław 1983 – 14. *Zerbe J. i inni*: Oznaczenie trójchlorowych pochodnych metanu w wodach naturalnych i wodzie do picia *GWTS*, 1975 r.

Dn. 1990.06.26.

65-231 Zielona Góra, ul. Siemiradzkiego 19