
PRACE

**Instytutu Ceramiki
i Materiałów Budowlanych**

Scientific Works
of Institute of Ceramics
and Building Materials

Nr 13

ISSN 1899-3230

Rok VI

Warszawa–Opole 2013

Teksty publikowane w „Pracach Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych” poddawane są procedurze recenzyjnej

Na okładce zdjęcie z artykułu Michała Stachów

„Prace Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych” ukazują się w wersji papierowej i elektronicznej (<http://icimb.pl/opole/wydawnictwa>).
Wersją pierwotną jest wersja papierowa

Opracowanie redakcyjne: Maria Szwed, Janina Drozdowska



Wydawnictwo Instytut Śląski Sp. z o.o., Opole, ul. Piastowska 17, tel. 77 4540 123
e-mail: wydawnictwo@is.opole.pl
Nakład: 130 egz. Objętość: 5,50 ark. wyd., 6,75 ark. druk.

AGNIESZKA SZEWCZYK*

Zastosowanie chromatografii jonowej do oceny jakości wód wodociągowych ujmowanych w wybranych punktach województw opolskiego i śląskiego

Słowa kluczowe: woda wodociągowa, chromatografia jonowa, aniony, kationy, detekcja konduktometryczna.

Celem pracy jest zbadanie zawartości jonów w wodach pochodzących z sieci wodociągowych województw opolskiego oraz śląskiego. Stężenia szeregu wybranych anionów i kationów oznaczono przy wykorzystaniu chromatografu jonowego z detekcją konduktometryczną. Według rozporządzeń Ministra Zdrowia z 2010 r. oraz Ministra Środowiska z 2004 i 2008 r. obecność wybranych jonów w wodzie do spożycia musi mieścić się w wyznaczonych granicach. Najbardziej szkodliwe jony to anion azotanowy (III) oraz kation amonowy. Wysokie stężenia tych jonów w wodzie są bardzo niebezpieczne dla człowieka i mogą powodować poważne problemy zdrowotne. Zawartość składników jonowych w poszczególnych próbkach jest rozbieżna, na co wpływ mają różne czynniki (zaludnienie, urbanizacja, położenie geograficzne, twory geologiczne czy technika uzdatniania). Należy prowadzić ciągły monitoring wód przeznaczonych do spożycia, by utrzymać ich jakość na odpowiednim poziomie.

1. Wprowadzenie

Historia chromatografii sięga początków XX w. – roku 1903 – kiedy to rosyjski biolog Michaił Siemionowicz Cwiet, pracując na Uniwersytecie Warszawskim, rozdzielił barwniki roślinne w kolumnie wypełnionej węglanem wapnia, po ekstrakcji eterem naftowym otrzymał rozdzielone związki. Metodę nazwał chromatografią od *chroma* – barwa oraz *grapho* – zapis [1]. Z biegiem czasu chromatografia stała się jednym z najpotężniejszych narzędzi analitycznych. Za wkład w rozwój metod chromatograficznych Archer John Martin i Richard Laurence Synge zostali w 1952 r. uhonorowani Nagrodą Nobla w dziedzinie chemii [1–2].

* Mgr, Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Inżynierii Procesowej Materiałów Budowlanych w Opolu.

Od lat pięćdziesiątych XX w. metody chromatograficzne (chromatografia gazowa, cieczowa oraz cienkowarstwowa) z powodzeniem są stosowane do badań analitycznych. Początkowo były one uważane za pracochłonne, długotrwałe oraz ograniczone do oznaczania jedynie związków organicznych przy niskim progu wykrywalności 1×10^{-3} [3]. W niedługim czasie rozpoczęto stosowanie chromatografii jonowej do oznaczania anionów i kationów nieorganicznych [4]. Na przełomie lat siedemdziesiątych Hamish Small wraz z zespołem opracowali metodę oznaczania nieorganicznych kationów (Li^+ , Na^+ oraz K^+) przy wykorzystaniu wymiany jonowej z detektorem konduktometrycznym na kolumnie wypełnionej sulfonowym kopolimerem (PS-DVB). Potem oznaczyli podobnie szereg anionów [5–6]. W roku 1975 został zaprezentowany pierwszy komercyjny chromatograf jonowy (Dionex, model 10). W latach osiemdziesiątych opracowano eluenty o niskich przewodnictwach [7], co polepszyło rozdzielczość pików. Obecnie wykrywalność substancji mieści się w granicy 1×10^{-15} [3]. Po ciągłym udoskonalaniu chromatografia jonowa stała się metodą szybką, czułą i o doskonałej powtarzalności. Wraz z jej rozwojem (lata 1992–2000) ukazało się wiele norm, które stosowane są w laboratoriach do oznaczania jonów w wodach oraz innych matrycach ciekłych, stałych i gazowych [8]. Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (International Standard Organisation – ISO) wprowadziła normy wykorzystujące chromatografię jonową do oznaczania jonów w próbkach wód, ścieków czy powietrza, np.: PN-EN ISO 10304-1 [9] oraz PN-EN ISO 14911 [10].

Obecnie chromatografia jonowa jest najważniejszą instrumentalną metodą oznaczania głównych nieorganicznych anionów (F^- , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , Br^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}) oraz kationów (Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Li^+ , Ca^{2+} i Mg^{2+}) w wodach przeznaczonych do spożycia, powierzchniowych i podziemnych, opadach atmosferycznych, jak również w ściekach przemysłowych i komunalnych czy w wyciągach i roztworach wodnych [11]. Stężenia wybranych jonów w wodach pitnych, ściekach komunalnych i przemysłowych, a także w innych próbkach środowiskowych regulowane są przez obowiązujące rozporządzenia Ministra Zdrowia [12] oraz Ministra Środowiska [13–14]. W ostatnich dwudziestu latach zakres zastosowań tej metody analitycznej poszerzył się znacznie o nowe rodzaje matryc (próbki żywności, próbki biologiczne oraz próbki gazów, gleb i popiołów) oraz rodzaje analitów (jony metali ciężkich i przejściowych, lantanowce i aktynowce, uboczne produkty dezynfekcji wód), oznaczane na bardzo niskich poziomach stężeń.

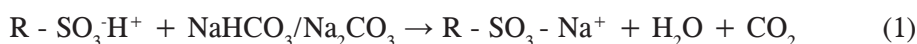
Głównymi zaletami chromatografii jonowej jest możliwość równoczesnego oznaczania kilku jonów, krótki czas analizy, niskie granice wykrywalności, mała ilość próbki potrzebna do analizy, możliwość stosowania kilku rodzajów detektorów, stosunkowo niski koszt eksploatacji oraz możliwość zastosowania tanich i bezpiecznych dla środowiska odczynników. Powszechnie stosowana jest metoda chromatografii jonowej z detekcją konduktometryczną. Zapewnia ona

najlepszą wydajność, a zastosowanie superesora pozwala osiągnąć niskie zakresy stężeń oznaczanych analitów [15].

Nieorganiczne zanieczyszczenia wód związane są ze zbyt wysokimi stężeniami anionów, takich jak: fluorki, chlorki, azotany (III), azotany (V), siarczany i fosforany oraz kationów, takich jak: lit, sód, jon amonowy, sód, wapń, magnez. W związku z tym należy prowadzić systematyczne oznaczanie wyżej wymienionych anionów.

2. Metodyka badań

Analizie chromatograficznej poddano 14 próbek wody wodociągowej pobranej z terenów miasta Opola, województw opolskiego oraz śląskiego. Badania przeprowadzono zgodnie z obowiązującymi normami PN-EN ISO 10304-1 [9] oraz PN-EN ISO 14911 [10]. Próbki zostały pobrane bezpośrednio z miejskich sieci wodociągowych w mieszkaniach prywatnych. Przed dokonaniem oznaczeń próbki zostały odpowiednio przygotowane (wymieszane oraz przefiltrowane przez sączek o wymiarach porów 0,45 μm). Wykrywanie jonów nieorganicznych wykonano za pomocą chromatografu jonowego firmy Metrohm 850 Professional IC (AnCat – MCS) z wysokosprawną supresją sekwencyjną (MCS), która pozwala na usunięcie CO_2 z przepływu eluentu, zmniejsza przewodność tła, zwiększa czułość wykrywania i minimalizuje piki węglanowe. Aparat wyposażony jest w automatyczny podajnik próbek (858 Professional Sample Processor), pompę perystaltyczną, pompy wysokociśnieniowe, degazer eluentu i degazer próbek, termostat kolumn, detektor konduktometryczny i lampę UV-VIS (887 Professional UV/VIS Detector) oraz oprogramowanie MagicIC Net. Dodatkowo urządzenie zawiera modułowy supresor (MSM), który służy do tłumienia przewodnictwa podczas analizy anionów, składa się z trzech jednostek supresorowych, regenerowanych kwasem siarkowym i przepłukiwanych ultra czystą wodą. Przy użyciu węglanowego eluentu na MSM [16] zachodzi reakcja (1):



Detektor konduktometryczny, stanowiący kluczową część aparatu, charakteryzuje się liniową zależnością przewodności właściwej od stężenia jonów. Na bieżąco mierzy przewodnictwo przepływającej cieczy i rejestruje sygnały w formie cyfrowej.

Aniony oznaczono na kolumnie analitycznej Metrosep A Supp 5 150/4.0 z przedkolumną Metrosep A Supp 4/5 Guard/4.0, jako eluent użyto mieszaninę roztworów wodnych firmy Fluka (3,2M CaCO_3 oraz 1,0M CaHCO_3). Kationy rozdzielono na kolumnie analitycznej Metrosep C4 – 150/4.0 z przedkolumną Metrosep C4 Guard/4.0. Jony zostały wymyte za pomocą eluentu sporządzonego z wodnych roztworów (0,1M HNO_3 i 0,1M kwas dipikolinowy fir-

my Fluka). Do analiz użyto ultra czystej wody o przewodności na poziomie $< 0,05 \mu\text{S}/\text{cm}$. Warunki rozdzielania wybranych jonów przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Warunki analityczne pomiaru nieorganicznych jonów za pomocą chromatografu Metrohm Professional IC [16]

Parametry pomiaru	Aniony	Kationy
Kolumna	A Supp 5	Metrosep C4
Rozmiar kolumny	150 mm \times 4,0 mm	150 mm/4,0 mm
Przedkolumna	A Supp 4/5 Guard	C4 Guard
Termostatowanie	tak	tak
Eluent	3,2M NaCO_3 + 1,0M NaHCO_3	1,7M HNO_3 + 0,7M DPA
Przepływ eluentu	0,7 cm^3/min	0,9 cm^3/min
Detekcja	konduktometryczna z supresją	konduktometryczna
Zakres pH	3–12	2–7
Objętość nastrzyku	100 μl	10 μl
Ciśnienie	$\sim 7,0$ MPa (max 15,0 MPa)	$\sim 6,48$ MPa (max 20,0 MPa)
Temperatura	25°C	25°C
Czas analizy	25 min	25 min

3. Kalibracja

Wzorce oznaczanych analitów przygotowano z wykorzystaniem wysokiej czystości materiałów referencyjnych firmy Fluka o stężeniach $1000 \text{ mg/l} \pm 2 \text{ mg}/\text{dm}^3$. Roztwory kalibracyjne przygotowano poprzez rozcieńczenie odpowiednich ilości roztworu wzorcowego wyjściowego ultra czystą wodą do wymaganego stężenia. Roztwory kalibracyjne przygotowano w kolbach miarowych wykonanych z polimetylopentenu PMP klasy A i przechowywano w temperaturze 2–8°C. W efekcie otrzymano po 6 roztworów dla anionów i kationów o różnych zakresach stężeń dla poszczególnych jonów (tab. 2).

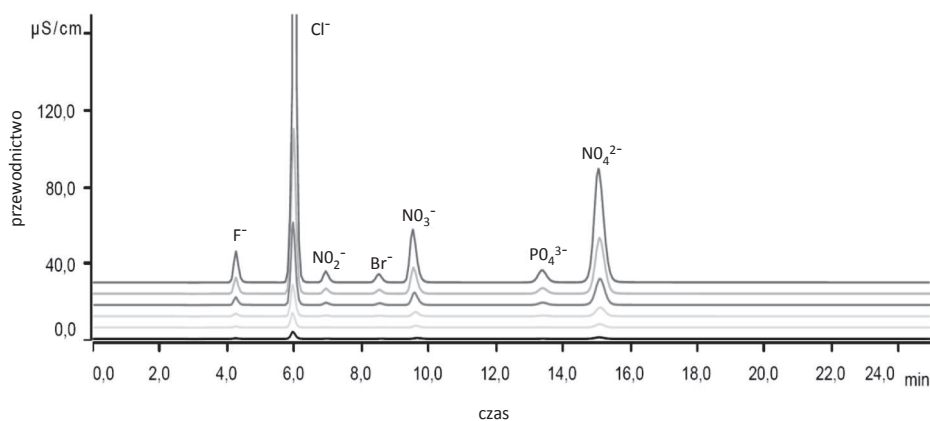
Tabela 2

Zakresy stężeń dla analizowanych jonów

Aniony	Zakres stężeń [mg/dm^3]	Kationy	Zakres stężeń [mg/dm^3]
F ⁻	(0,05–200)	Li ⁺	(0,05–200)
Cl ⁻	(0,5–2000)	Na ⁺	(0,5–2000)
NO ₂ ⁻	(0,03–120)	K ⁺	(0,5–2000)
Br ⁻	(0,1–400)	NH ₄ ⁺	(0,05–200)
NO ₃ ⁻	(0,2–800)	Ca ²⁺	(1–400)
SO ₄ ²⁻	(0,5–2000)	Mg ²⁺	(1–400)
PO ₄ ³⁻	(0,13–500)		

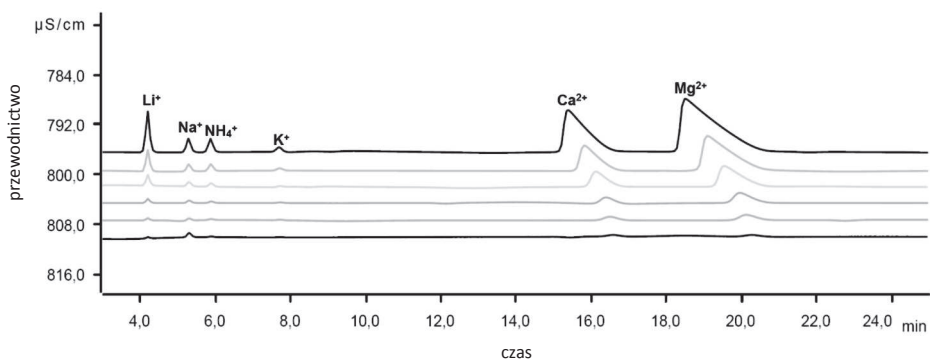
Źródło: Opracowanie własne

Wszystkie roztwory kalibracyjne były analizowane na odpowiednich kolumnach, zgodnie z parametrami zamieszczonymi w tabeli 1, w konsekwencji otrzymano krzywą kalibracyjną dla każdego z jonów. Ryciny 1–2 przedstawiają nałożone chromatogramy roztworów wzorcowych o rosnącym stężeniu dla anionów (ryc. 1) oraz dla kationów (ryc. 2).



Źródło: Opracowanie własne.

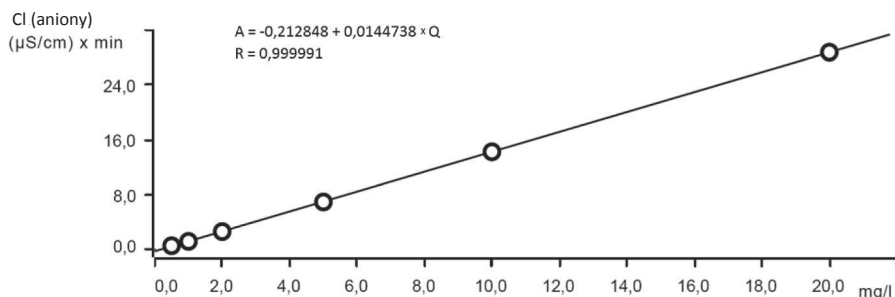
Ryc. 1. Chromatogram roztworów wzorcowych dla wybranych anionów



Źródło: Opracowanie własne.

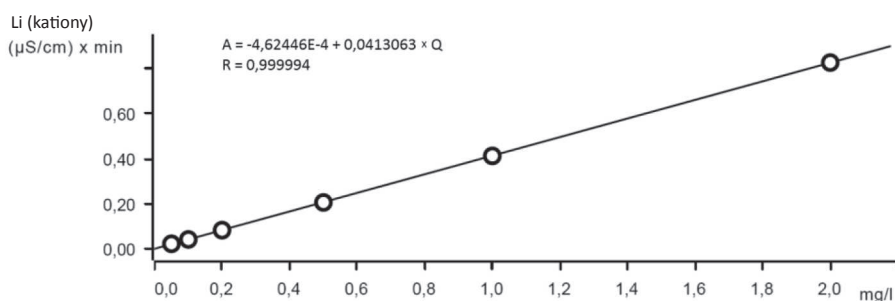
Ryc. 2. Chromatogram roztworów wzorcowych dla wybranych kationów

Na rycinach 3 oraz 4 przedstawiono krzywe kalibracyjne dla wybranych jonów (Cl^- oraz Li^+) wraz z odpowiadającymi im równaniami krzywej i współczynnikiem korelacji. Dla wszystkich krzywych kalibracyjnych współczynnik korelacji był równy 0,999, co świadczy o poprawności zastosowanej metodyki.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 3. Przykładowa krzywa kalibracyjna dla wybranego anionu (Cl)



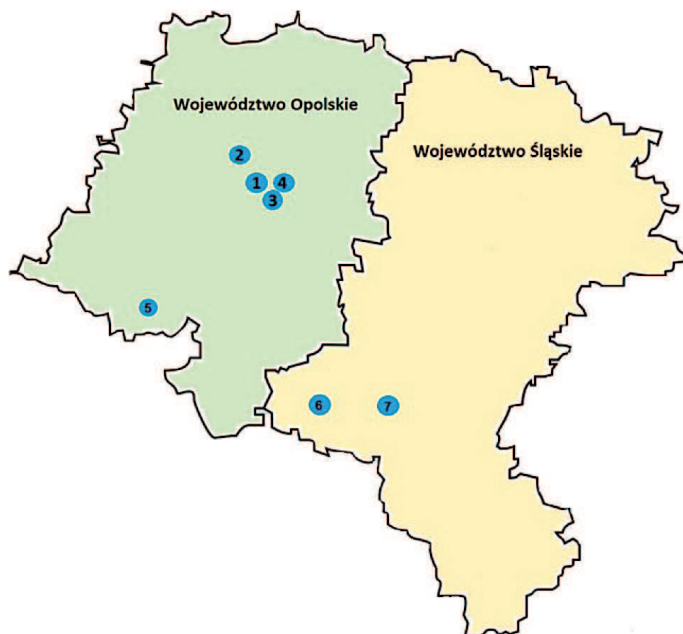
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4. Przykładowa krzywa kalibracyjna dla wybranego kationu (Li^+)

4. Analiza wyników

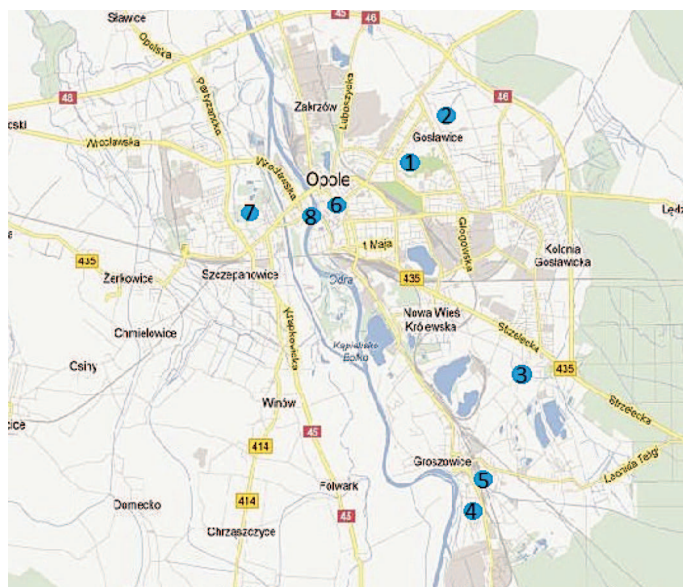
Próbki wody wodociągowej pobierano z losowych lokalizacji na terenie województw opolskiego i śląskiego (ryc. 5 a) oraz miasta Opola (ryc. 5 b). Miejsca pobierania próbek badanej wody różnią się topografią terenu, charakterystyką społeczno-gospodarczą oraz stopniem industrializacji. Wymienione czynniki mogą w istotny sposób wpływać na jakość wody zarówno w stanie przed, jak i po uzdatnianiu.

W tabelach 3 i 4 zestawiono wyniki stężeń wybranych próbek wody pitnej w mieście Opolu oraz w pozostałych rejonach Opolskiego i Śląskiego. Stężenia wybranych jonów wahają się w zależności od lokalizacji i czynników z nimi związanymi. Na terenie miasta Opola pobrano 8 próbek wody. W większości z nich stężenie jonów mieściło się w wyznaczonej ustawowo normie. Wyjątek dla obszaru miasta Opola stanowiła woda pobrana na osiedlu Malina, gdzie stężenie jonów fosforanowych (PO_4^{3-}) oraz potasowych (K^+) przekroczyło dopuszczalne wartości (1,0 oraz 15 mg/dm^3) i wynosiło odpowiednio 1,54 oraz 23,25 mg/dm^3 . Stężenia jonów NO_3^- (49,84 mg/dm^3) znajdowało się „na grani-



a)

- 1 – Opole
- 2 – Dobrzeń Mały
- 3 – Miedziana
- 4 – Góraźdże
- 5 – Prudnik
- 6 – Racibórz
- 7 – Rybnik



b)

- 1 – ZWM
- 2 – Gosławice
- 3 – Malina
- 4 – ul. Jaronia
- 5 – Groszowice
- 6 – ul. Sienkiewicza
- 7 – Zaodrże
- 8 – ul. Niedurnego

Źródło: Mapy Google – ©2013 Google (20.03.2013).

Ryc. 5. Mapa województw opolskiego i śląskiego (a) oraz plan Opola z zaznaczonymi punktami poboru próbek wody pitnej (b)

cd. tab. 3

Jony	Opole							
	ZWM	Gosławice	Malina	Jaronia	Groszowice	Sienkiewicza	Zaodrże	Niedurnego
Ca ²⁺	47,53	86,86	132,6	102,2	105,4	73,8	108,7	87,2
Mg ²⁺	8,68	4,22	8,57	27,29	27,58	22,91	28,73	24,25

– Przekroczone dopuszczalne maksymalne stężenie.

~ Na granicy maksymalnego dopuszczalnego stężenia.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 4

Stężenia badanych jonów w wybranych punktach województw opolskiego (poza Opolem) i śląskiego [mg/dm³]

Jony	Polska Południowo-Zachodnia					
	Op. – 30 km			Op. – 50 km	śląskie	
	Dobrzeń Wielki	Góraždze	Miedziana	Prudnik	Rybnik	Racibórz
F ⁻	0,32	< 0,05	0,13	0,16	0,09	0,20
Cl ⁻	9,24	23,54	23,57	45,94	17,51	37,37
NO ₂ ⁻	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Br ⁻	0,14	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12
NO ₃ ⁻	4,61	50,60	41,54	25,89	2,21	0,68
SO ₄ ²⁻	33,36	98,57	70,4	63,85	30,34	83,33
PO ₄ ³⁻	0,15	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13
Li ⁺	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Na ⁺	6,79	5,79	10,24	11,01	15,32	13,60
K ⁺	13,19	2,20	3,05	2,46	2,77	2,17
NH ₄ ⁺	0,20	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ca ²⁺	64,49	129,5	89,36	87,65	33,71	120,1
Mg ²⁺	2,00	20,46	25,09	14,19	4,45	10,45

– przekraczalne dopuszczalne maksymalne stężenie.

Źródło: Opracowanie własne.

Twardość wody określa stężenie wapnia i magnezu oraz innych metali zdolnych do tworzenia soli. Na podstawie stężenia jonów wapnia Ca²⁺ obliczano również twardość wody dla wszystkich próbek według poniższych wzorów:

1 stopień twardości milivalowej (mval/l) = 20 mg Ca²⁺/l,

1 stopień niemiecki = 0,357 mval/l,

ppm CaCO₃ = 0,02 mval/l.

Standardowa twardość wody wodociągowej wynosi ok. 10 [°n]. W odniesieniu do polskich norm regulujących twardość wody [17–18], wartość stężenia CaCO₃ powinna mieścić się w granicach 60–500 mg/dm³, zatem wszystkie przeanalizowane próbki mieszczą się w dopuszczalnych granicach (tab. 5). Najtwardszą wodą charakteryzują się następujące rejony: Malina Opole – 18,56 [°n], Góraźdże – 18,12 [°n], Racibórz – 16,80 [°n]. Natomiast woda najmłodsza występuje w województwie śląskim – Rybnik – 4,72 [°n]; charakteryzuje się ona stosunkowo niską wartością w porównaniu do średniej twardości wody występującej w Polsce (ok. 10 [°n]).

T a b e l a 5

Wyznaczone parametry określające twardość wody dla wszystkich badanych wód

Lokalizacja	Stężenie Ca ²⁺ [mg/l]	Stężenie normalne [mval/l]	Stopnie niemieckie [°dH] [°n]	Stężenie CaCO ₃ [mg/l]	Twardość
ZWM	47,5	2,4	6,7	118,7	niska
Gosławice	86,7	4,4	12,2	216,9	średnia
Malina	132,6	6,6	18,6	331,2	wysoka
Jaronia	102,3	5,1	14,3	255,4	średnia
Groszowice	105,4	5,3	14,7	263,1	średnia
Sienkiewicza	73,8	3,7	10,3	184,3	niska
Zaodrze	108,7	5,4	15,2	271,5	średnia
Niedurnego	87,2	4,5	12,2	217,8	średnia
Dobrzeń	64,5	3,2	9,0	161,1	niska
Góraźdże	129,5	6,5	18,1	323,4	wysoka
Miedziana	89,4	4,5	12,5	223,2	średnia
Prudnik	87,6	4,4	12,3	218,9	średnia
Rybnik	33,7	1,7	4,7	84,18	bardzo niska
Racibórz	120,1	6,0	16,8	299,8	wysoka

Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

5. Podsumowanie i wnioski

Celem pracy było oznaczanie zawartości wybranych jonów (F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻ i PO₄³⁻ oraz Li⁺, Na⁺, NH₄⁺, Ca²⁺ i Mg²⁺) w próbkach wody przeznaczonej do picia, dostępnej na terenie miasta Opola, w województwie opolskim i śląskim, pobranej z sieci wodociągowych. Ustosunkowując się do rozporzą-

dzeń Ministra Zdrowia i Ministra Środowiska o przestrzeganiu nałożonych norm dotyczących jakości wody, trzeba stwierdzić, że prawie wszystkie analizowane próbki mieszczą się w granicach dopuszczalnych dla poszczególnych jonów. Wartość otrzymana dla próbki wody pobranej z osiedla Malina przekroczyła normy dla jonu fosforanowego, stężenia pozostałych jonów były wyższe niż w innych badanych próbkach. Biorąc pod uwagę ciągły nadzór nad jakością dostarczanej dla człowieka wody, duża zawartość wyżej wymienionych jonów może wynikać ze złego stanu technicznego instalacji wodociągowej oraz wielu czynników zewnętrznych niezależnych od człowieka. Próbkę wody wodociągowej pobraną w Górażdżach cechuje minimalnie przekroczona wartość stężenia jonu azotanowego. Może to być związane z istniejącą w pobliżu cementownią oraz z dużym rozwojem przemysłu budowlanego w okolicy i przedostawaniem się związków azotu do atmosfery. Nawożenie pól nawozami mineralnymi i organicznymi również wpływa na stan jakości wód dostarczanych do okolicznych mieszkań. Należy stwierdzić, że z powodu rozwoju gospodarki, modernizacji oraz skoku technologicznego trzeba prowadzić ciągły monitoring wód przeznaczonych do spożycia. Jednakże ogólny stan jakości wód po uzdatnieniu w Polsce Południowo-Zachodniej jest dobry. Woda charakteryzująca się najlepszymi parametrami pochodzi z sieci miejskiej zlokalizowanej w centrum Rybnika, co świadczy o sprawności instalacji wodociągowej**.

Literatura

- [1] T s w e t t M.S., *Physikalisch-chemische Studien über das Chlorophyll. Die Adsorptionen*, „Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft” 1906, Nr. 24, s. 316–332.
- [2] M a r t i n A.J.P., S y n g e R.L.M., *A new form of chromatogram employing two liquid phases*, „Biochemical Journal” 1941, Vol. 35, s. 1358–1366.
- [3] B r o w n R.J.C., M i l t o n M.J.T., *Analytical techniques for trace element analysis: an overview*, „Trend Analytical Chemistry” 2005, Vol. 23, s. 226–274.
- [4] S m a l l H.A., B o w m a n B., *Ion chromatography: a historical perspective*, „American Laboratory” 1998, Vol. 10, s. 1–8.
- [5] S m a l l H., *Twenty years of ion chromatography*, „Journal of Chromatography A” 1991, Vol. 546, s. 3–15.
- [6] K o r k i s h J., *Modern methods of separation on the rare elements*, Pergamon Press, Oxford 1969.
- [7] G j e r d e D.T., S c h m u c k l e r G., *Anion chromatography with low-conductivity eluents*. 2, „Journal of Chromatography A” 1980, Vol. 187, s. 35–45.
- [8] M i c h a l s k i R., *Przegląd metod ISO wykorzystujących chromatografię jonową do badania jakości wód i powietrza*, „Laboratorium – Przegląd Ogólnopolski” 2005, nr 2, s. 24–30.

** Autorka pragnie podziękować Panu mgr. Michałowi Stachów za inspiracje, cenne uwagi, wsparcie oraz dyskusję.

- [9] PN-EN ISO 10304-1: 2009 – Jakość wody – oznaczanie rozpuszczonych anionów za pomocą chromatografii jonowej. Część 1: Oznaczanie bromków, chlorków, fluorków, azotanów, azotynów, fosforanów i siarczanów.
- [10] PN-EN ISO 14911: 2002 – Jakość wody – oznaczanie Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} za pomocą chromatografii jonowej. Metoda dla wód i ścieków.
- [11] M i c h a l s k i R., *Ion chromatography as a reference method for determination of inorganic ions in water and wastewater*, „Critical Reviews in Analytical Chemistry” 2006, Vol. 36, s. 107–127.
- [12] Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi z dnia 20 kwietnia 2010 r., Dz.U. z 2010 r. nr 72, poz. 466.
- [13] Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód z dnia 11 lutego 2004 r., Dz.U. z 2004 r. nr 32, poz. 284.
- [14] Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie kryteriów i oceny stanu wód podziemnych z dnia 23 lipca 2008 r., Dz.U. z 2008 r. nr 143, poz. 896.
- [15] L i u Y., K a i s e r E.a., A v d a l o v i c N., *Determination of trace-level anions in high-purity water samples by ion chromatography with an automated on-line eluent generation system*, „Microchemical Journal” 1999, Vol. 62, s. 164–173.
- [16] A.G. Metrohm, 850 Professional IC AnCat – MCS-2.850.3030-Manual, CH-9101 Herisau, Switzerland.
- [17] PN-C-04554-01: 1971 – Woda i ścieki. Badania twardości. Postanowienia ogólne i zakres normy.
- [18] PN-ISO 6059: 1999 – Jakość wody. Oznaczanie sumarycznej zawartości wapnia i magnezu. Metoda miareczkowa z EDTA.

AGNIESZKA SZEWCZYK

APPLICATION OF ION CHROMATOGRAPHY TO EVALUATE TOP
WATER QUALITY INCLUDED IN THE SELECTED POINTS
OF OPOLE AND SILESIA REGIONS

Keywords: tap water, ion chromatography, anions, cations, conductivity detection.

Aim of this paper is to investigate the ion content in tap water from region of Opole and of Upper Silesia. The concentrations of a number of selected cations and anions were determined using ion chromatography with conductivity detection. According to the Regulations, the Minister of Health from 2010 and Minister of the Environment from 2004 and 2008, the presence of selected ions in drinking water must be within the designated ranges. The most harmful ions are nitrate anion (III) and ammonium cation. High concentrations of these ions in water are very dangerous for humans and can cause serious health problems. The content of ionic components in each sample is divergent, which is influenced by various factors (population, urbanization, geographical location, geological formations or treatment technique). There should be a continuous monitoring of water intended for human consumption in order to maintain their quality at the appropriate level.