



# Fakty i mity o wodzie do spożycia

Aleksander Astel<sup>1)</sup>, Rajmund Michalski<sup>2)</sup>, Katarzyna Bigus<sup>1)</sup>, Aleksandra Łyko<sup>2)</sup>,  
Magdalena Jabłońska<sup>2)</sup>, Sebastian Szopa<sup>2)\*</sup>

Według powszechnej opinii możliwość rozwoju życia w danym środowisku uzależniona jest od występowania wody. Woda występująca na Ziemi jest zasadniczym elementem naturalnych ekosystemów pełniąc w nich wiele ważnych ról. W skali globalnej cykl hydrologiczny odpowiada za regulację klimatu zaś w skali lokalnej woda stanowi środowisko życia organizmów, pełni rolę rozpuszczalnika i nośnika substancji chemicznych jak również stanowi ważny element gospodarki człowieka. Zbiorniki słodkowodne stanowią przede wszystkim źródło wody pitnej lecz również są źródłem wody wykorzystywanej w rolnictwie, przemyśle, energetyce, transporcie, rekreacji i turystyce. Globalna troska o utrzymanie jak najlepszej jakości i zasobności zbiorników wód słodkowodnych wynika z faktu, że woda musi być nieustannie uzupełniana przez wszystkie organizmy żywe. W organizmie człowieka w zależności od wieku woda stanowi od 60 do 75% masy i jest niezbędnym składnikiem pokarmowym. Za jej pośrednictwem możliwe jest przenoszenie tlenu i składników odżywczych z pożywienia do komórek organizmu i wydalanie z nich toksycznych produktów przemiany materii. Woda zawarta w organizmie pomaga zwilżać

jamy ciała, zachowywać równowagę termiczną, amortyzować oddziaływanie czynników zewnętrznych na organy wewnętrzne oraz równoważyć gospodarkę elektrolitową. Podczas doby w normalnych warunkach człowiek traci od 2 do 2,5 L płynów, które są uzupełniane przede wszystkim przez spożywanie herbaty, kawy, soków, a także surowej lub przegotowanej wody wodociągowej oraz wód butelkowanych nazywanych potocznie wodami mineralnymi. Używany powszechnie w społeczeństwie termin „wody mineralne” najczęściej odnosi się do wód zasobnych w składniki główne ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) lub oznacza ogólnie wodę

dostępną w formie butelkowanej w handlu. W rzeczywistości nomenklatura dotycząca tzw. „wód mineralnych” nie jest jednoznaczna. Obecnie przyjmuje się podział na wody mineralne bardzo nisko-, średnio-, wysokozmineralizowane (tabela 1) oraz solanki. Inny podział, jaki można zastosować, to podział na wody gazowane i niegazowane, przy czym uwzględnia się tu wody nienasycone ditlenkiem węgla (niegazowane), zaś

w grupie wód gazowanych wyróżnia się niskonasycone (do stężenia 1500 mg/L  $\text{CO}_2$ ), średnionasycone (od 1500 do 4000 mg/L  $\text{CO}_2$ ) oraz wysokonasycone (powyżej 4000 mg/L  $\text{CO}_2$ ).

Oprócz składników głównych woda zawiera także składniki podrzędne (nieorganiczne związki azotu, żelazo, krzemiany, substancje organiczne) jak również mikroskładniki (pierwiastki rzadkie, śladowe i promieniotwórcze,

Tabela 1. Podział wód ze względu na mineralizację [1]

Lp.	Określenie	Ogólna zawartość soli mineralnych
1	bardzo niskozmineralizowana	< 50 mg/L
2	niskozmineralizowana	51-500 mg/L
3	średnizmineralizowana	501-1500 mg/L
4	wysokozmineralizowana	> 1500 mg/L

Tabela 2. Najważniejsze składniki mineralne wód i ich wpływ na zdrowie ludzi

Pierwiastek	Effekt terapeutyczny
Magnez	„Pierwiastek życia” niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmu; wzmacnia jego siły obronne i chroni przed niekorzystnymi wpływami środowiska; zmniejsza pobudliwość i drażliwość; zwalcza zmęczenie
Wapń	Potrzebny zwłaszcza dzieciom w okresie wzrostu i osobom w podeszłym wieku; wzmacnia układ kostny; pomaga w utrzymaniu stałej krzepkości krwi, obniża poziom cholesterolu
Fosfor	Składnik kości i zębów; ułatwia pourazową regenerację kości
Potas	Niedobór powoduje zaburzenie czynności serca, zaparcia, nadpobudliwość nerwową, senność
Lit	Sprawia, że ludzie stają się pogodni, serdeczni, odporniejsi na uzależnienia; niedobór może spowodować depresję i psychozę
Sód	Reguluje gospodarkę wodną; niedobór powoduje suchość skóry i obniżenie ciśnienia krwi
Żelazo	Brak może spowodować niedokrwistość, ciągłe zmęczenie, senność
Mangan	Niedobór prowadzi do zahamowań wzrostu, niedokrwistości i chorób tarczycy
Jod	Niezbędny do wytwarzania hormonu tarczycy
Brom	Uspokaja i wspomaga zasypianie
Fluor	Chroni przed próchnicą zębów
Selen	Opóźnia proces starzenia organizmu; chroni przed nowotworami; poprawia krążenie; obniża poziom cholesterolu; łagodzi dolegliwości okresu menopauzy
Stront	Zwiększa odporność na choroby krążenia



np. U i Ra). Różnorodność substancji obecnych w wodzie sprawia, że jest ona źródłem składników niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Wybrane składniki wód mineralnych wraz z ich wpływem na zdrowie człowieka zestawiono w tabeli 2.

Wzrost zainteresowania suplementacją diety połączony z trendem ukierunkowanym na prowadzenie tzw. „zdrowego trybu życia” doprowadził do radykalnego wzrostu sprzedaży wód mineralnych w Polsce od  $2,4 \cdot 10^7$  L w 1980 do około  $20 \cdot 10^7$  L w 2005 [2]. Prognozuje się, że w ciągu najbliższych lat wzrost sprzedaży różnego typu wód w Polsce będzie wynosił około 10% rocznie. Tak duża dynamika wzrostu sprzedaży wynika z wielu czynników, w szczególności z umiejętnych kampanii reklamowych producentów wód oraz zachęcania konsumentów do kupowania wody określonej marki poprzez umieszczanie na butelkach różnego typu informacji, np. „pobudza trawienie” lub „stymuluje funkcje wątrobowo-żółciowe”. Należy w tym miejscu podkreślić, że podobne oznaczenia mogą być używane pod warunkiem, że wody te spełniają odpowiednie wymagania potwierdzone wynikami udokumentowanych badań klinicznych i farmakologicznych. W budowaniu pozytywnego wizerunku wód butelkowanych pomogły również medialne doniesienia o szkodliwości spożywania wody wodociągowej, szczególnie na obszarach zasilanych ze źródeł powierzchniowych,

oraz jej destrukcyjnym działaniu na pralki, zmywarki czy też armaturę sanitarną.

Oprócz różnorodnych haseł reklamowych umieszczanych na opakowaniu powinno ono także zawierać etykietę z podstawowymi informacjami, do których zalicza się:

- 1) zawartość charakterystycznych składników mineralnych w litrze wody oraz ogólną zawartość rozpuszczonych składników mineralnych;
- 2) nazwę otworu lub zespołu otworów tworzących ujęcie oraz ich położenie ze wskazaniem miejsca lub miejscowości;
- 3) nazwę handlową wody w opakowaniu;
- 4) nazwę producenta wody i miejsca produkcji wraz z adresami;
- 5) w przypadku stosowania powietrza wzbogaconego w ozon – informację o treści: „woda poddana dopuszczanej technice traktowania powietrzem wzbogaconym w ozon” zamieszczoną obok informacji o zawartości charakterystycznych dla danej wody składników mineralnych;
- 6) w przypadku stosowania różnych procesów technologicznych – informację o tych procesach;
- 7) w przypadku całkowitego lub częściowego usunięcia ditlenku węgla metodami fizycznymi – informacja o treści: „całkowicie odgazowana” albo „częściowo odgazowana”, dodaną do nazwy naturalnej wody mineralnej;
- 8) w przypadku wód zawierających powyżej  $1,5 \text{ mg/L F}^-$  – informację o treści: „Zawiera ponad  $1,5 \text{ mg/L}$  fluorków. Nie powinna być regularnie



## Pomiary w laboratorium

Rozwiązania METTLER TOLEDO do laboratorium obejmują automatyczne pomiary analityczne, wydajne opracowywanie procesów chemicznych oraz automatyzację pomiarów laboratoryjnych i procesów produkcyjnych. Dodatkowe usługi gwarantują zgodność z oficjalnymi normami oraz spójne i dokładne dane pomiarowe.

### Produkty i rozwiązania

Automatyzacja badań chemicznych  
Wagi, ważenie laboratoryjne  
Instrumenty analityczne  
Pipety i końcówki  
Kontrola procesów przemysłowych



[www.mt.com](http://www.mt.com)

**METTLER TOLEDO**



**Tabela 3. Warunki analityczne oznaczania składu jonowego wód butelkowanych i wody wodociągowej, które zastosowano w laboratorium Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska PAN i Zakładu Chemii Środowiskowej Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska AP**

	<b>laboratorium Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska PAN</b>		<b>laboratorium Zakładu Chemii Środowiskowej Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska AP</b>	
Anality	F <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Li <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup>	F <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Li <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup>
Kolumna analityczna	Metrohm Metrosep A Supp 3	Metrohm Metrosep C3	Metrosep A Supp 5 150/4	Metrosep C4 150/4
Eluent	1,7 mM Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 1,6 mM NaHCO <sub>3</sub>	5 mM HNO <sub>3</sub>	3,2 mM Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 1,0 mM NaHCO <sub>3</sub>	1,7 mM HNO <sub>3</sub> + 0,7 mM kwasu dipikolinowego
Objętościowe natężenie przepływu eluentu	0,85 mL/min	1,0 mL/min	0,7 mL/min	0,9 mL/min
Objętość nastrzyku	20 µL	100 µL	20 µL	20 µL
Rodzaj detekcji	konduktometryczna z supresją	konduktometryczna	konduktometryczna z supresją	konduktometryczna
Procedura kalibracyjna	zgodna z normą PN-ISO 8466-1			

spożywana przez niemowlęta i dzieci poniżej 7 roku życia”. Niestety wiele wód butelkowanych dostępnych na naszym rynku nie zawiera takich pełnych informacji, a w niektórych wypadkach rzeczywisty skład chemiczny jest inny od deklarowanego. Zgodnie z obowiązującymi przepisami podstawowym kryterium kwalifikacji wody jako mineralnej jest stabilność składu, czyli stała zawartość składników mineralnych. Podane na etykiecie stężenia nie mogą różnić się od rzeczywistej zawartości o więcej niż +/- 20%. Różnice pomiędzy deklarowanym a rzeczywistym składem mogą wynikać z jednej strony z nierzetelności producentów, z drugiej zaś z faktu, że obowiązkowe badania jakości wód prowadzone są zazwyczaj bardzo rzadko i nie uwzględniają wydarzeń losowych (np. gwałtowne burze i związane z tym zmiany jakości wody w miejscach jej czerpania). Na podstawie wyników testu konsumenckiego wód mineralnych i źródłanych przeprowadzonych przez

Fundację Pro-Test ustalono, że w wielu przypadkach na etykietach brakuje pełnych adresów producenta zaś w innych przypadkach odczytanie terminu ważności wymaga zerwania etykiety [3]. Najpowszechniejszą grupą wód butelkowanych są wody źródłane, które są błędnie nazywane wodami mineralnymi i za takie uważane przez konsumentów. Skład wód źródłanych nie różni się radykalnie od wody wodociągowej, a producent nie ma obowiązku umieszczać składu chemicznego na etykiecie. Podanie składu, co jest wymagane dla wód mineralnych, może wprowadzać konsumenta w błąd co do rodzaju oferowanej wody. To sprawia, że statystyczny konsument, nie będący z reguły ekspertem specjalizującym się w chemii wody, może odnieść wrażenie, że ma do czynienia z wodą zasobną w minerały a nie źródlaną. Biorąc powyższe pod uwagę celem prezentowanego artykułu było porównanie deklarowanego i rzeczywistego

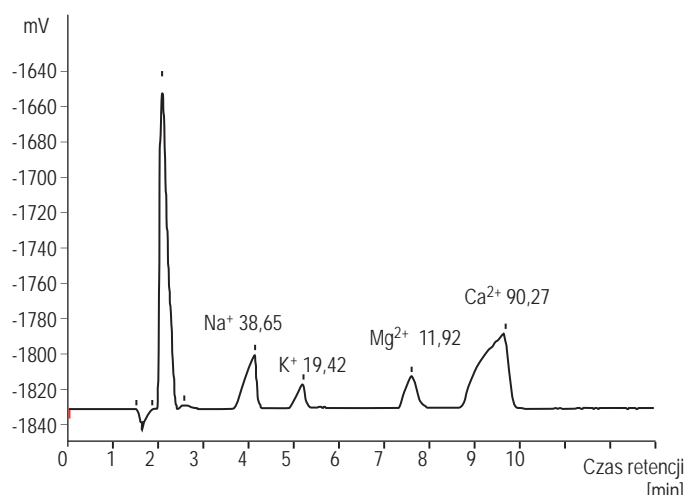
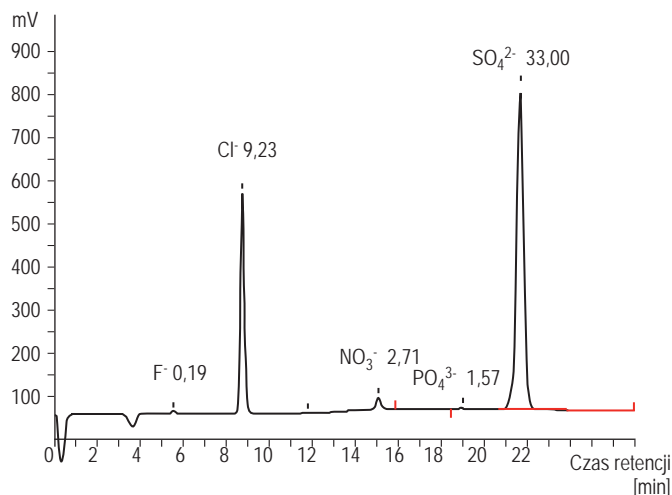
składu jonowego szeregu wód butelkowanych dostępnych w handlu jak również składu jonowego tych wód z wodą wodociągową ujmowaną z dwóch lokalizacji na terenie Górnego Śląska oraz kilkudziesięciu na terenie powiatu słupskiego.

## Materiały i metody

Badaniu poddano 44 rodzaje gazowanych i niegazowanych wód butelkowanych dostępnych w handlu. Wody zakupiono w wielkopowierzchniowych marketach na terenie Zabrze i Słupska. Ze względu na różną dostępność wód część przeanalizowano w laboratorium Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska PAN <sup>(1)</sup>, część w laboratorium Zakładu Chemii Środowiskowej Instytutu Biologii i Ochrony Środowiska AP <sup>(2)</sup>, zaś część w obu laboratoriach <sup>(1,2)</sup>. Badaniom poddano wody następujących marek: Amita<sup>2</sup>, Aqua<sup>1</sup>, Aqua star<sup>1</sup>, Acquarel<sup>2</sup>, Arctic<sup>1,2</sup>, Augustowianka<sup>1</sup>, Cisowianka<sup>1,2</sup>, Czantoria<sup>1</sup>, Dobrowianka<sup>1,2</sup>, Gorczyńska Krynica<sup>1</sup>, Górska Natura<sup>1</sup>, Jurajska<sup>1,2</sup>,

Kinga Pienińska<sup>1,2</sup>, Kinga Pienińska Sportiva<sup>1</sup>, Kropla Beskidu<sup>1,2</sup>, Kropla minerałów<sup>1</sup>, Królewska<sup>1</sup>, Kryniczanka<sup>1</sup>, Krystalia<sup>2</sup>, Kuracjusz Beskidzki<sup>1</sup>, Magnesia<sup>1</sup>, Mama i ja<sup>1,2</sup>, Muszyna<sup>1</sup>, Muszynianka<sup>1</sup>, Nałęczowianka<sup>1</sup>, Nałęczowianka Sport<sup>1</sup>, Nestle aquarela<sup>1</sup>, Piwniczanka<sup>1</sup>, Polaris<sup>2</sup>, Polaris Plus<sup>1</sup>, Primavera<sup>1</sup>, Saquaro<sup>2</sup>, San Terra<sup>2</sup>, Słotwinka<sup>1</sup>, Słowianka<sup>1,2</sup>, Staropolanka<sup>1</sup>, Ustronianka<sup>2</sup>, Ustronianka Biała<sup>1</sup>, Veroni Mineral<sup>2</sup>, Wielka Pieniawa<sup>1</sup>, Złoty Potok<sup>1</sup>, Źródło Popradu<sup>1</sup>, Żywiec<sup>2</sup>, Żywiec Zdrój<sup>1</sup>. Wody kupowano w butelkach szklanych i polietylenowych o pojemności od 0,5 do 1,5 L. W celach porównawczych badaniom poddano także dwie próbki wody wodociągowej pobranej w laboratorium w Zabrzu i mieszkaniu w Rudzie Śląskiej oraz 69 próbek wody wodociągowej pobranej na terenie powiatu słupskiego w mieszkaniach prywatnych. W ramce na str. 13 przedstawiono lokalizację miejsc pobierania próbek wód wodociągowych na terenie powiatu słupskiego.





Rys. 1. Chromatogram oznaczania anionów w próbce wody „Mama i ja”

Rys. 2. Chromatogram oznaczania kationów w próbce wody „Staropolanka” (opakowanie o pojemności 0,5 L)

Próbki wód gazowanych przed analizą odgazowano w łaźni ultradźwiękowej. Po przefiltrowaniu przez jałowe filtry strzykawkowe o średnicy porów 0,2 µm wszystkie próbki poddano analizie chromatograficznej. Warunki analityczne oznaczania składu jonowego wód, które zastosowano w obu laboratoriach zestawiono w tabeli 3 zaś przykładowe chromatogramy anionów i kationów w wybranych próbkach analizowanych wód przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

w których obecność w produkcie została ilościowo oszacowana przez producenta marki i umieszczona na etykiecie. Na rysunku 3a-g przedstawiono porównanie deklarowanego i oznaczonego składu wód butelkowanych. Jak wspomniano wcześniej, zgodnie z obowiązującymi przepisami podstawowym kryterium kwalifikacji wody

jako „mineralnej” jest stabilność składu, czyli stała zawartość składników mineralnych. Pod względem zawartości jonów Na<sup>+</sup> stabilność składu wykazało 37% badanych wód (Aquarel, Kropla Beskidu, Kropla minerałów, Kryniczanka, Krystalia, Muszynianka, Nałęczowianka, Nestle aquarela, Polaris, Saquaro, San Terra, Staropolanka, Ustronianka,

Veroni Mineral, Żywiec), przy czym wartość bezwzględna średniej różnicy wynosiła 24%, wahając się w wartościach względnych od -42% w przypadku marki Kuracjusz Beskidzki do 94% dla marki Muszyna. Stabilną zawartość jonów K<sup>+</sup> wykazało 44% wód (Aquarel, Kropla minerałów, Królewka, Kryniczanka, Krystalia, Muszynianka, Nałęczowianka,

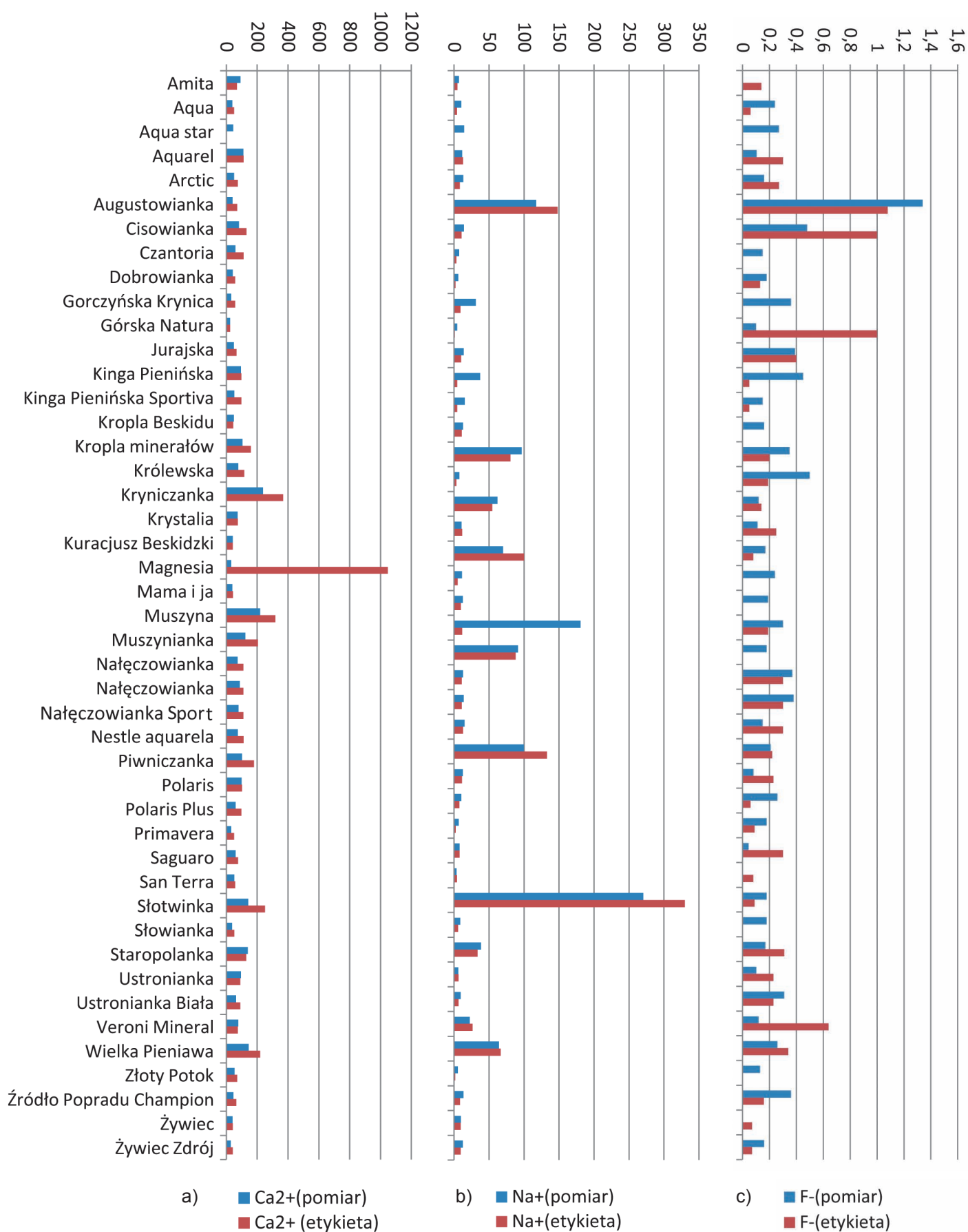
Tabela 4. Statystyczne parametry opisowe dotyczące poziomów stężeń głównych kationów i anionów [mg/L] z uwzględnieniem podziału na wody butelkowane i wodociągowe

	Wartość średnia	Mediana	Wartość minimalna	Wartość maksymalna	Odchylenie standardowe
Woda butelkowana					
K <sup>+</sup>	6,03	4,28	0,25	31,68	6,35
Ca <sup>2+</sup>	97,72	79,57	24,98	238,13	58,58
Mg <sup>2+</sup>	29,53	16,52	5,82	192,47	35,14
Na <sup>+</sup>	44,69	14,33	5,27	270,35	57,92
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	19,27	12,62	0,16	80,23	17,40
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2,33	1,36	0,21	11,41	2,56
Cl <sup>-</sup>	7,07	1,71	0,18	104,41	18,01
F <sup>-</sup>	0,26	0,18	0,02	1,34	0,23
Woda wodociągowa					
K <sup>+</sup>	2,35	1,26	0,27	22,02	3,93
Ca <sup>2+</sup>	24,01	22,13	12,93	87,02	10,46
Mg <sup>2+</sup>	5,97	5,46	2,17	15,98	2,69
Na <sup>+</sup>	12,77	7,40	3,74	124,56	21,57
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	41,33	43,76	2,67	114,60	26,24
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3,69	0,42	0,11	35,13	7,82
Cl <sup>-</sup>	19,17	13,69	3,20	156,44	27,84
F <sup>-</sup>	0,27	0,24	0,02	1,12	0,16

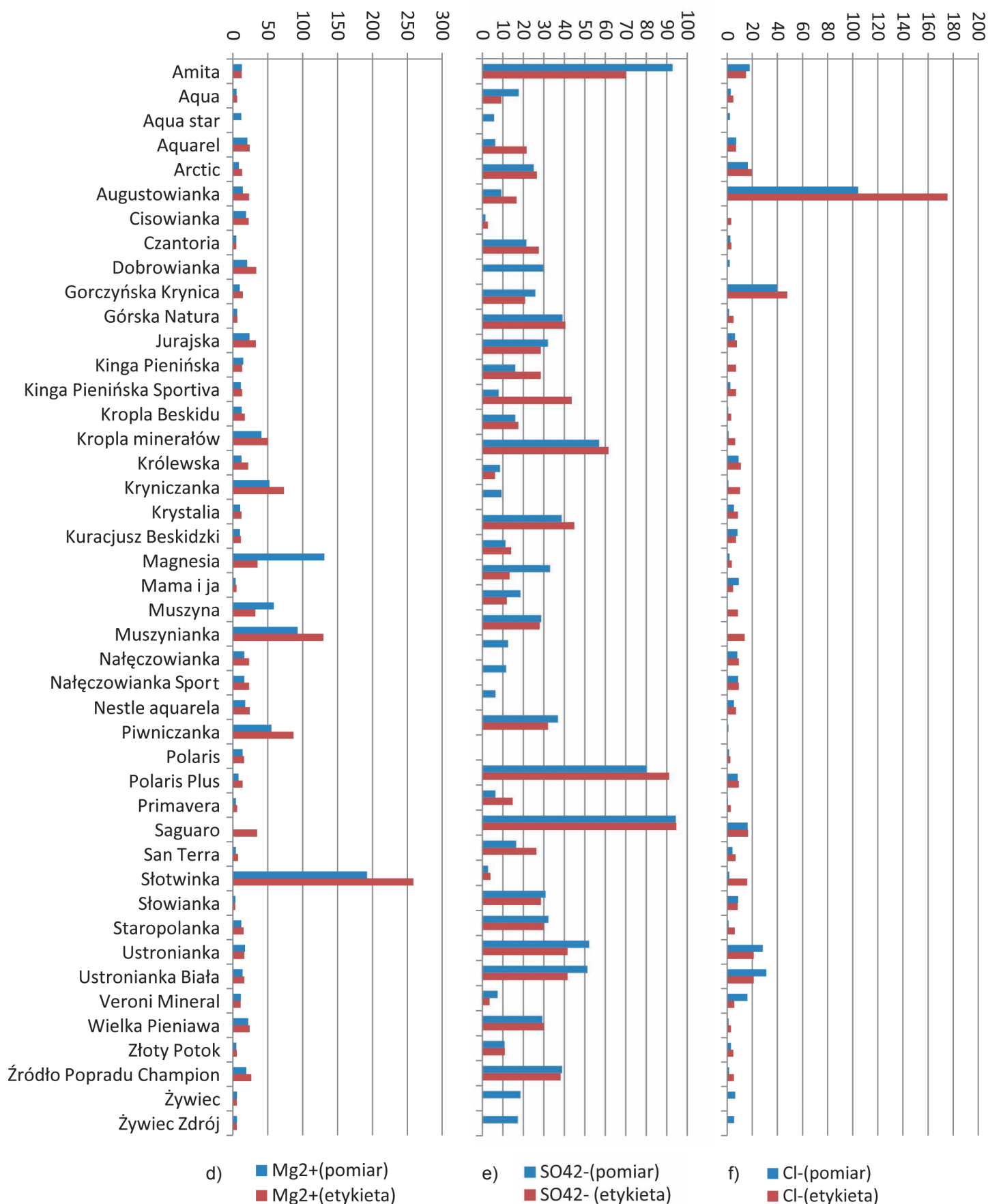
## Wyniki i dyskusja

Statystyczne parametry opisowe dotyczące poziomów stężeń oznaczanych analitów z uwzględnieniem podziału na wody butelkowane i wodociągowe zestawiono w tabeli 4.

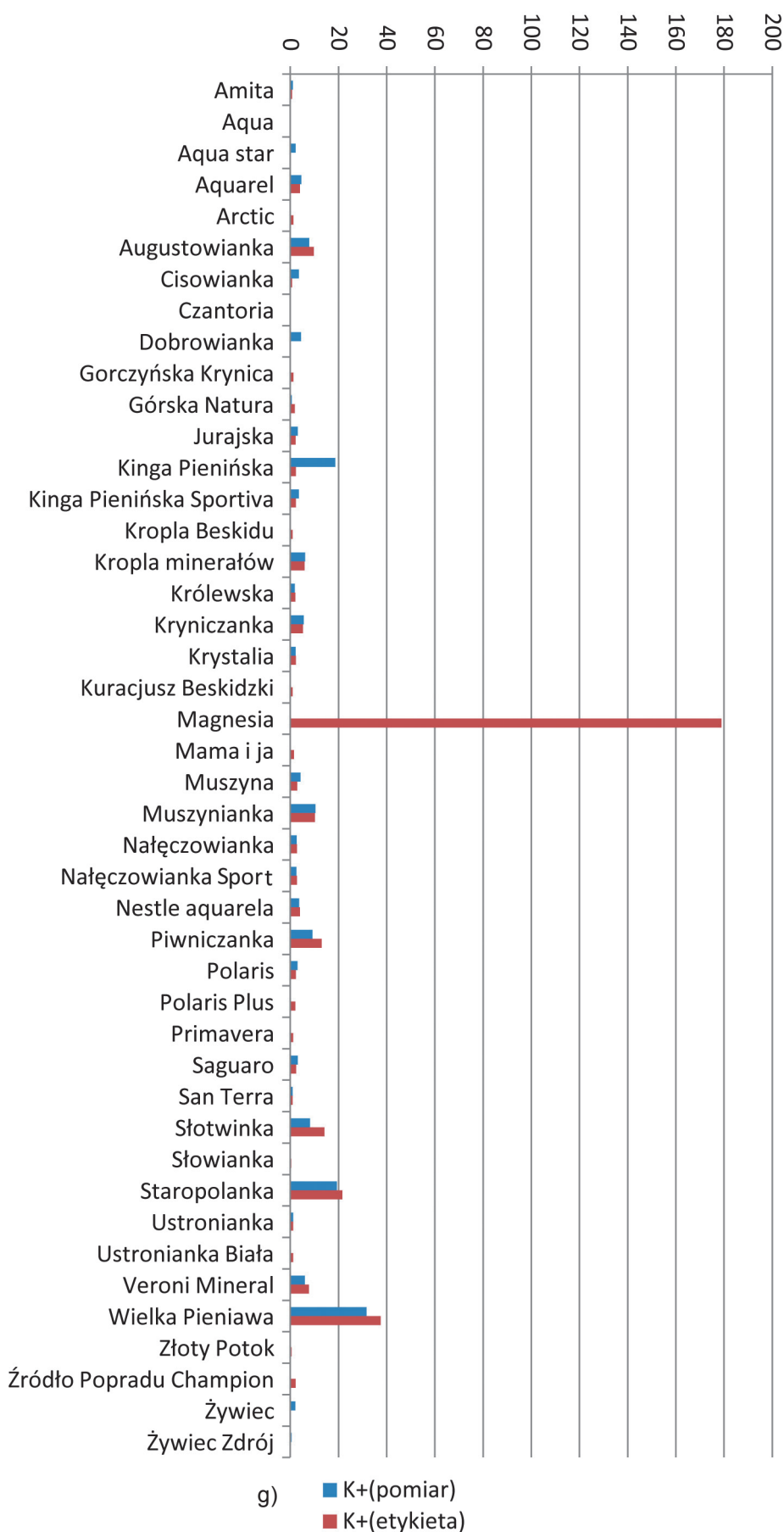
W pierwszym etapie analizy danych oceniono stabilność składu badanych wód butelkowanych w odniesieniu do składu deklarowanego na etykiecie. W tym cel porównano wartości stężeń tych analitów,



Rys. 3 (a,b,c). Wyniki oznaczeń stężenia jonów Ca<sup>2+</sup> (a), Na<sup>+</sup> (b), F<sup>-</sup> (c) i ich porównanie z deklarowaną zawartością w wodzie butelkowanej



Rys. 3 (d,e,f). Wyniki oznaczeń stężenia jonów  $Mg^{2+}$  (d),  $SO_4^{2-}$  (e),  $Cl^-$  (f) i ich porównanie z deklarowaną zawartością w wodzie butelkowanej



Rys. 3 (g). Wyniki oznaczeń stężenia jonów K<sup>+</sup> i ich porównanie z deklarowaną zawartością w wodzie butelkowanej

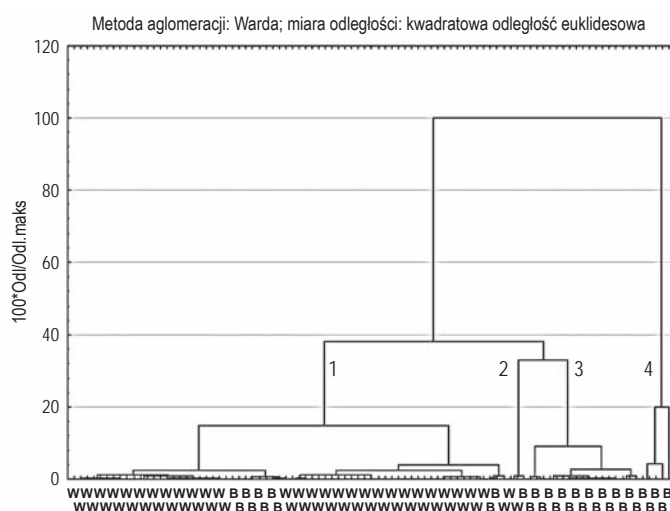
Nałęczowianka Sport, Nestle aquarela, San Terra, Ustronianka i Wielka Pieniawa). Oznaczone stężenie jonów K<sup>+</sup> dla wody Polaris było ponad 700% niższe od deklarowanej, zaś dla marki Kinga Pienińska blisko 90% wyższe. Bezwzględna wartość średniej różnicy oznaczonej i deklarowanej zawartości jonów K<sup>+</sup> wynosiła 30%. W badaniach wykazano, że blisko 45% wód wykazuje stabilną zawartość jonów Mg<sup>2+</sup>. Należały do nich wody następujących marek: Amita, Aqua, Aquarel, Cisowianka, Czantoria, Górska Natura, Kinga Pienińska, Kinga Pienińska Sport, Krystalia, Kuracjusz Beskidzki, Polaris, Słowianka, Ustronianka, Ustronianka Biała, Veroni Mineral, Wielka Pieniawa, Złoty Potok, Żywiec i Żywiec Zdrój. Wartości skrajne niedoboru lub nadmiaru jonów magnezowych w stosunku do wartości deklarowanej wynosiły w obu przypadkach 73%. Jedynie 30% badanych wód wykazało stabilną zawartość jonów Ca<sup>2+</sup> (Aquarel, Górska Natura, Kinga Pienińska, Kropla Beskidu, Krystalia, Kuracjusz Beskidzki, Mama i ja, Polaris, San Terra, Staropolanka, Ustronianka, Veroni Mineral i Żywiec). Szokująca jest rozbieżność pomiędzy deklarowaną i oznaczoną zawartością jonów Ca<sup>2+</sup> dla wody Magnesia, dla której stwierdzono niedobór jonów Ca<sup>2+</sup> w stosunku do zawartości deklarowanej szacowany na blisko 3200%. W przypadku jonów wapniowych wartość bezwzględna średniej różnicy składów wynosiła ponad 100%. Dla ponad 50% wód stwierdzono akceptowalną stabilność zawartości jonów



Tabela 5. Wartości średnie stężeń anionów i kationów w wodach pitnych z uwzględnieniem podziału na skupiska wyodrębnione w hierarchicznej analizie skupień

Składnik jonowy	Skupisko 1	Skupisko 2	Skupisko 3	Skupisko 4
K <sup>+</sup> [mg/L]	2,36	5,44	5,30	6,00
Ca <sup>2+</sup> [mg/L]	27,75	30,34	69,15	213,96
Mg <sup>2+</sup> [mg/L]	6,93	10,47	18,14	80,43
Na <sup>+</sup> [mg/L]	9,84	119,53	21,88	132,40
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mg/L]	40,41	20,01	26,86	10,24
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/L]	4,50	1,22	2,46	0,97
Cl <sup>-</sup> [mg/L]	13,69	138,53	7,25	0,89
F <sup>-</sup> [mg/L]	0,25	0,79	0,22	0,21

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (Arctic, Górczyńska Krynica, Jurajska, Kinga Pienińska, Kropla minerałów, Królewka, Kuracjusz Beskidzki, Muszynianka, Piwniczanka, Polaris Plus, Saquaro, Słotwin-ka, Słowianka, Ustronianka, Ustronianka Biała, Wielka Pie- niawa, Złoty Potok, Źródło Popradu). Pod względem za- wartości jonów siarczano- wych (VI) wartość bezwzględ- na średniej różnicy składów wyniosła 24%. Najwyższa niezgodność pomiędzy de- klarowanym a faktycznym składem dotyczyła zawartości jonów chlorkowych. W tym przypadku jedynie 26% wód zachowało stabilność składu (Amita, Aquarel, Arctic, Kró- lewska, Kuracjusz Beskidzki, Nałęczowianka, Nałęczowian- ka Sport, Polaris Plus, Saqu-aro i Słowianka). Maksymalny niedobór jonów chlorkowych w badanych wodach wyniósł ponad 3800%, zaś wartość bezwzględna średniej różnicy to 391%. Na uwagę zasługuje fakt, że w przypadku czterech marek: Cisowianka, Kinga Pienińska, Muszyna i Muszy- nianka niedobór jonów chlor- kowych przekracza 1000%. Najmniejszą stabilność składu stwierdzono dla jonów F<sup>-</sup>, dla których jedynie 15,6% wód posiadało zawartość F<sup>-</sup> zgod- ną z zawartością deklarowaną.



Rys. 4. Diagram wiązkowy (dendrogram) podobieństw wód wodociągowych i butelkowanych ze względu na ogólny profil jonowy

W porównaniu nie uwzględ- niono stabilności zawartości jonów NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ze względu na to, że jedynie dwóch producen- tów zdecydowało się podać deklarowaną zawartość jonów azotanowych (V) w wodzie (Arctic - 0,2 mg/L, Górska Na- tura - 6,0 mg/L). Porównując uzyskane wyniki z danymi pro- ducentów dotyczącymi zawar- tości poszczególnych jonów w wielu przypadkach stwier- dzono występowanie istot- nych różnic. W zdecydowanej większości dane producentów (o ile w ogóle podano je na etykiecie) są niższe od war- tości oznaczonych (np. dla K<sup>+</sup> w 55% wód, Mg<sup>2+</sup> - 78%, Ca<sup>2+</sup> - 86%, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> - 54%, Cl<sup>-</sup> - 79%).

Przyczyn tego stanu rzeczy może być wiele, a najważniej- szą z nich wydaje się być po- dawanie przez producentów wód nieaktualnych, ale „wy- godnych” danych. Przypusz- czalnie producenci wychodzą z założenia, że konsument nie ma możliwości technicznych aby zweryfikować stan rze- czywisty. Poza tym skład wód w ujęciach może zmieniać się i to nie tylko w skrajnych sy- tuacjach meteorologicznych, a koszt wykonania aktualnych badań i wprowadzenie no- wych zmian do szaty graficznej etykiety jest dość wysoki. War- to w tym miejscu dodać, że la- boratorium Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska PAN

Lokalizacja miejsc pobiera- nia próbek wód wodocią- gowych na terenie powiatu słupskiego:

1. Krępa Słupska,
2. Gogolewo,
3. Żelkowo,
4. Ciemino,
5. Rzechcino,
6. Borzęcino,
7. Pobłocie,
8. Grąsino,
9. Dargoleza,
10. Głobino,
11. Dobieszewo,
12. Warblewo,
13. Siemianice,
14. Dobra,
15. Lubuczewo,
16. Choćmirówko,
17. Wrzeście,
18. Kusowo,
19. Stowięcino,
20. Damnica,
21. Potęgowo,
22. Włynkowo,
23. Redzikowo,
24. Żychlin,
25. Głównicy,
26. Rzuszcze,
27. Izbica,
28. Jezierzycze,
29. Smółdzino,
30. Pustowo,
31. Możdżanowo,
32. Obłęże,
33. Kruszyna,
34. Kępice,
35. Kuleszewo,
36. Zimowiska,
37. Bruskowo Wielkie,
38. Przytocko,
39. Biesowice,
40. Lubuń,
41. Kwakowo,
42. Kończewo,
43. Barcino,
44. Duninowo,
45. Zaleskie,
46. Płocko,
47. Bierkowo,
48. Ciecholub,
49. Dębica Kasz.,
50. Kobylnica,
51. Włynkówko,
52. Żelazo,
53. Wodnica,
54. Mrówczyno,
55. Ustka,
56. Głuszczyńko,
57. Słupsk (ul. Norwida, Koszalińska, Konarskiego, Zygmunta Augusta).





w Zabrzu, w którym wykonano badania posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji na wszystkie parametry będące przedmiotem analiz.

W kolejnym etapie opracowania wyników badań zastosowano technikę hierarchicznej analizy skupień do oceny podobieństwa profilu jonowego wód butelkowanych (B) i wodociągowych (W). Analizę, w której wykorzystano wyniki oznaczeń stężeń jonów  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $Cl^-$  i  $F^-$ , wykonano w opcji grupowania obiektów (próbek wód) wykorzystując metodę aglomeracji Warda i kwadratową odległość euklidesową. W trosce o uzyskanie możliwie maksymalnej czytelności dendrogramu zrezygnowano z podawania nazw konkretnych marek wód butelkowanych i nazw lokalizacji pobierania wód wodociągowych (rysunek 4).

Z analizy układu wiązek dendrogramu wynika, że wody wodociągowe i butelkowane zostały praktycznie idealnie rozdzielone co sugeruje występowanie wyraźnej różnicy w ich profilu jonowym. Wysokoliczne (66 próbek) skupisko 1 grupuje 96% wód wodociągowych i 30% wód butelkowanych (Górska Natura, Żywiec Zdrój, Jurajska, Dobrowianka, Aqua star, Kinga Pienińska Sportiva, Kinga Pienińska). Niskoliczne (3 próbki) skupisko 2 tworzą dwie próbki wód wodociągowych (Żelazo i Smółdzino) oraz jedna woda butelkowana (Augustowianka). Średnioliczne skupisko 3 tworzy 17 próbek wód butelkowanych, zaś skupisko 4 tworzy 5 próbek tego same-

go typu (Słotwinka, Muszyna i 3 próbki wody Kryniczanka). Stwierdzono, że skupisko 1 wyraża ogólny profil jonowy wód wodociągowych oraz tych butelkowanych, które są podobne do wodociągowych, zaś skupisko 3 wyraża ogólny profil jonowy wód butelkowanych. Skupisko 2 i 4 ze względu na mniejszą licznosc reprezentuje wody, które diametralnie różnią się od innych. Porównanie profili jonowych wód wykonano po wyznaczeniu wartości średnich stężeń jonów próbek wód tworzących cztery skupiska. Odpowiednie wartości zestawiono w tabeli 5.

Z porównania wartości średnich wynika, że wody wodociągowe charakteryzują się ogólnie niższą zawartością większości jonów za wyjątkiem  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$  i  $Cl^-$ . Probki wód wodociągowych z Żelaza i Smółdzina (skupisko 2) zawierały wysokie stężenie jonów  $Na^+$  i  $Cl^-$ , co wynika z położenia geograficznego tych lokalizacji. Zarówno Żelazo jak i Smółdzino zaopatrywane są w wodę za pomocą jednego wodociągu ze stacją uzdatniania wody w Żelazie. Ujęcie wody dla Żelaza znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie przymorskiego jeziora Gardno co umożliwia przenikanie wody morskiej, zasobnej w  $Na^+$  i  $Cl^-$ , w głąb pokładów wodonośnych. Połączenie w jedno skupisko próbek wód z Żelaza i Smółdzina z Augustowianką sugeruje, że ta ostatnia zawiera znaczne ilości  $NaCl$  i stąd, konsumenci stosujący dietę ubogą w sól powinni uzupełniać jej spożycie wodami innych produ-

centów. Wody butelkowane (skupisko 3 i 4) charakteryzują się ogólnie wyższą zawartością jonów. Na szczególną uwagę zasługuje zasobność  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  i  $Mg^{2+}$ , czyli jonów decydujących o prawidłowym funkcjonowaniu kośćca i sił obronnych organizmu. Wyniki hierarchicznej analizy skupień jednoznacznie dowodzą, że suplementacja diety makroelementami może odbywać się na podstawie umiejętnego, a przede wszystkim świadomego podejmowania decyzji przez konsumentów o zakupie wody określonej marki. Wyniki wskazują także, że w niektórych przypadkach wody, które intensywnie reklamuje się w mediach, nie różnią się pod względem profilu jonowego w sposób istotny od wody płynącej z kranu.

### Podsumowanie

Woda w organizmie człowieka odgrywa wiele ważnych ról: ułatwia jedzenie, bierze udział w transporcie składników odżywczych do tkanek i komórek, usuwa zbędne produkty przemiany materii. W codziennej diecie dostarczamy ją nie tylko pijąc różnego rodzaju napoje takie jak kawa czy herbata oraz jedząc różne potrawy, ale także podczas spożywania wód butelkowanych nazywanych potocznie wodami mineralnymi. Na polskim rynku dostępnych jest wiele wód butelkowanych. 50% udziału w rynku ma pięć firm: Nestle Waters („Nałęczowianka”), Polskie Zdroje („Cisowianka”), Danone („Żywiec Zdrój”), PepsiCo („Górska Natura”) i Coca-Cola („Kropla Beskidu”). Decydując

się na zakup konkretnej marki, trzeba przede wszystkim uważnie zapoznać się z informacjami prezentowanymi na etykiecie produktu, aby wybrać taką wodę, której spożywanie nie będzie wywierało negatywnego wpływu na organizm po uwzględnieniu aktualnego stanu zdrowotnego konsumenta. Należy także pamiętać, że średnio 1 litr wody wodociągowej jest ponad 400 razy tańszy niż 1 litr wody butelkowanej, chociaż jej jakość nie ustępuje w wielu przypadkach od jakości wód intensywnie reklamowanych w mediach.

### Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 31 marca 2011 r., w sprawie naturalnych wód mineralnych, naturalnych wód źródłanych oraz wód stołowych, Dz.U. 2011 nr 85 poz. 466.
- [2] Chau, N.D., Michelec, B., 2009. Natural radioactivity in bottled natural spring, mineral and therapeutic waters in Poland. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 279(1), 121-129.
- [3] Pro-Test, Konsumencki test wód mineralnych, 2011, 12(116), (dostępne na: [http://www.pro-test.pl/tests\\_article/167328,0/Test+w%C3%B3d+mineralnych+i+w%C5%BAr%C3%B3d+Wyb%C3%B3r+wody.html](http://www.pro-test.pl/tests_article/167328,0/Test+w%C3%B3d+mineralnych+i+w%C5%BAr%C3%B3d+Wyb%C3%B3r+wody.html)).

\*1) Akademia Pomorska, Zakład Chemii Środowiskowej, Instytut Biologii i Ochrony Środowiska, Słupsk, e-mail: [astel@aps.edu.pl](mailto:astel@aps.edu.pl);  
2) Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze, e-mail: [michalski@ipis.zabrze.pl](mailto:michalski@ipis.zabrze.pl)