

# OSZACOWANIE NARAŻENIA ZDROWOTNEGO WYNIKAJĄCEGO Z POBORU ZWIĄZKÓW BARU, BORU I FLUORU Z WÓD LECZNICZYCH UDOSTĘPNIANYCH LUDNOŚCI MIEJSCOWEJ W PUNKTACH CZERPALNYCH NA TERENIE UZDROWISKA

## THE ASSESSMENT OF HEALTH EXPOSURE RESULTED FROM BARIUM, BORON, AND FLUORIDE INTAKE FROM THERAPEUTIC WATERS AVAILABLE FOR RESIDENT PEOPLE IN WATER ABSTRACTION POINTS OF HEALTH RESORTS

*Michał Drobnik, Teresa Latour, Danuta Sziwa*

Zakład Tworzyw Uzdrawiskowych  
Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego - Państwowy Zakład Higieny, Poznań

**Słowa kluczowe:** *uzdrowiska, mineralne wody lecznicze, składniki niepożądane, szacowanie narażenia*  
**Key words:** *health resorts, therapeutic mineral waters, undesirable components, exposure assessment*

### STRESZCZENIE

Oceniono skład chemiczny i sposób wykorzystania wód leczniczych ze 139 ujęć znajdujących się w 24 uzdrowiskach sudeckich i karpackich. W 20 ujęciach spośród 29. udostępnianych dla miejscowej ludności - występują składniki naturalnego pochodzenia potencjalnie toksyczne dla zdrowia. Są to związki boru, baru i fluoru, w stężeniach przekraczających limity wyznaczone dla wody ogólnodostępnej. Na podstawie wielkości wskaźnika narażenia HQ oszacowano ryzyko zdrowotne tej grupy ludzi, wynikające z długookresowego (10, 20, 30 i 70 lat) spożycia tych wód w określonych ilościach. Stwierdzono, że istnieje duże prawdopodobieństwo występowania negatywnych skutków zdrowotnych u ludności spożywającej wody w sposób długotrwały (powyżej 30 lat), zawierające zwłaszcza związki boru i fluoru.

### ABSTRACT

Estimated were chemical composition and the exploitation of therapeutic mineral waters from 139 intakes placed in 24 health resorts in Sudety and Karpaty regions. In 20 from 29 intakes available for resident people are found potentially toxic components of natural origin. There are compounds of: barium, boron and fluoride of concentration exceeded the limits determined for water open for general use. Upon exposure HQ index quantity there were assessed health risk for the group of resident people resulting from long-lasting (10, 20, 30 and 70 years) consumption of definite water quantity. Certified is a high probability of appearance of undesirable health effects for people drinking permanently (over 30 years) mineral waters especially of boron or fluoride content.

### WSTĘP

Podstawą terapii uzdrawiskowej w Polsce jest wykorzystanie naturalnych wód mineralnych m.in. do kuracji drogą pokarmową. Ich właściwości lecznicze udokumentowane są wynikami badań chemicznych, farmakodynamicznych i klinicznych. Niektóre z tych wód oprócz dominujących makro- i mikro-składników warunkujących działanie pożądanego, zawierają także pierwiastki potencjalnie szkodliwe dla zdrowia, takie jak bar oraz w przypadku znacznych stężeń fluor i bor.

Stopień zagrożenia zdrowotnego wynikający z ich obecności, zależy od postaci chemicznej w jakiej występują, stężenia w danej wodzie i sposobu użycia wody: (zewnątrznie - kąpiele, drogą oddechową - inhalacje, drogą pokarmową - kuracje pitne). Czynniki te wraz z limitami dopuszczalnych stężeń składników niepożądanych - określonymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia [16] - uwzględnia się przy podawaniu wskazań odnośnie formy zabiegu z użyciem danej wody.

Tradycją niektórych uzdrowisk jest udostępnianie posiadanych wód w punktach czerpalnych dla ludności miejscowej.

**Adres do korespondencji:** Michał Drobnik, Zakład Tworzyw Uzdrawiskowych, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego - Państwowy Zakład Higieny, 60-823 Poznań, ul. Słowackiego 8, tel. 71 8470182, fax 71 8434970, e-mail: mdrobnik@pzh.gov.pl

Celem pracy było określenie ryzyka zdrowotnego dla osób korzystających w sposób długoterminowy i niekontrolowany z ogólnodostępnych ujęć wód leczniczych zawierających związki baru, boru i fluoru.

## MATERIAŁ I METODY

Badaniami i oceną objęto wody lecznicze ogólnodostępne w uzdrowiskach Polski Południowej, w których zawartość boru lub fluoru przekraczała limity ustalone dla wody do stałego spożycia przez ludzi [17]. Stężenie baru w wodzie wodociągowej nie jest aktualnie limitowane, przyjęto zatem limit ustalony dla wód butelkowanych [15].

Podstawą do analizy był skład chemiczny ocenianych wód leczniczych, ustalony wg:

a) wyników wcześniejszych analiz wód udostępniowanych przez uzdrowiska wraz z informacjami dotyczącymi miejsca i sposobu udostępniania źródeł; b) własnych wyników badań kontrolnych, wykonywanych w latach 1992-2007 w Laboratorium Zakładu Tworzyw Uzdrowiskowych; c) wyników analiz fizyko-chemicznych niektórych wód wykonywanych w związku z wydaniem świadectw potwierdzających ich właściwości lecznicze, zgodnie z aktualnymi przepisami [16] (lata 2008-2009).

Oznaczenia baru wykonano w Zakładzie Higieny Komunalnej NIZP-PZH metodą spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnej sprzężonej z półprzewodnikowym detektorem i wstrzykiwaniem ładunku CID -IRIS Advantage Duo ER/S (Thermo Jarrell Ash, USA). Fluorki oznaczano metodą potencjometryczną za pomocą elektrody jonoselektywnej firmy ORION. Do oznaczania boru stosowano metodę spektrofotometryczną opartą na reakcji z kwasem karminowym wg PN [14].

## WYNIKI I DYSKUSJA

Ustalono, że spośród ogólnej liczby 36 ujęć wód leczniczych zlokalizowanych w 11 uzdrowiskach sudeckich oraz 103 ujęć zlokalizowanych w 13 uzdrowiskach karpackich, z 29 ujęć mogą czerpać wodę mieszkańcy tych miejscowości. Ujęcia te zlokalizowane są w różnych obszarach uzdrowiska, przeważnie w parku zdrojowym lub w jego pobliżu, co umożliwia swobodny pobór wody bez żadnych ograniczeń.

Stwierdzono przy tym, że woda z 20 ujęć (spośród wyżej podanych 29) zawiera znaczne ilości baru i/lub boru, a także fluoru.

Zawartość baru  $> 1 \text{ mg/dm}^3$ , w stężeniach 1,15 - 25,18  $\text{mg/dm}^3$ , stwierdzono w 10 wodach na terenie 6 uzdrowisk (Szczawnica Zdrój, Żegiestów, Krynica

Zdrój, Wysowa, Iwonicz Zdrój, Rymanów Zdrój). Pierwiastek ten występował w szczawach wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowo-sodowych, żelazistych lub szczawach wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowych, jodkowych o atrakcyjnym smaku.

Bor w ilości powyżej limitu ( $1,0 \text{ mg/dm}^3$ ), w postaci kwasu metaborowego występuje w 16 wodach w 5 uzdrowiskach (Kudowa Zdrój, Szczawnica Zdrój, Wysowa, Iwonicz Zdrój, Rymanów Zdrój). Bor w stężeniu od 3,5 do 173,9  $\text{mg B/dm}^3$  zawierają przeważnie szczawy: wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowe/jodkowe lub wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowe /żelaziste. W 8 wodach, głównie w wodach uzdrowisk karpackich zwłaszcza w Rymanowie Zdroju i Wysowej, występują jednocześnie ponadnormatywne ilości związków baru i boru. Fluor w znaczących stężeniach tj.  $> 1,5 \text{ mg/dm}^3$  występował w 2 wodach z Łącka Zdroju.

Dotychczasowe wyniki badań toksykodynamicznych w zatruciach przewlekłych i chronicznych wskazują na niekorzystne oddziaływanie związków Ba, B, F podanych drogą doustną [7, 9, 10, 12, 18, 19], m.in. na:

Tabela 1. Liczba ogólnodostępnych w uzdrowisku ujęć wód leczniczych, z których pobierano wodę do oznaczania zawartości baru, boru, fluoru.

The number of generally accessible for residents therapeutic mineral water intakes sampled for barium, boron and fluoride determination

Uzdrowisko	Liczba ujęć wód leczniczych					
	$\Sigma$	ogólnodostępnych				
		$\Sigma$	$\geq F$	$\geq Ba$	$\geq B$	$\geq Ba$ $i \geq B$
Czerniawa Zdrój	1	0	-	-	-	-
Świeradów Zdrój	4	0	-	-	-	-
Cieplice Śl. Zdrój	3	0	-	-	-	-
Szczawnica Zdrój	4	0	-	-	-	-
Jedlina Zdrój	1	0	-	-	-	-
Kudowa Zdrój	3	1	0	0	1	0
Duszniki Zdrój	5	0	0	0	0	0
Długopole Zdrój	3	3	0	0	0	0
Polanica Zdrój	4	1	0	0	0	0
Łądek Zdrój	6	2	2	0	0	0
Przerzeczyń Zdrój	2	0	-	-	-	-
Goczałkowice Zdrój	3	0	-	-	-	-
Ustroń	2	0	-	-	-	-
Rabka Zdrój	9	0	-	-	-	-
Piwniczna Zdrój	4	1	0	0	0	0
Szczawnica Zdrój	10	3	0	1	3	1
Żegiestów	3	1	0	1	0	0
Krynica Zdrój	18	1	0	1	0	0
Muszyń	21	4	0	0	0	0
Wysowa	11	7	0	2	7	2
Wapienne	4	0	-	-	-	-
Iwonicz Zdrój	9	1	0	1	1	1
Rymanów Zdrój	7	4	0	4	4	4
Polańczyk	2	0	-	-	-	-

Tabela 2. Współczynniki zagrożenia, dawki referencyjne oraz dawki baru pobrane drogą pokarmową z wód leczniczych w różnych okresach trwania narażenia

Hazard quotients, reference doses and oral intakes of barium from therapeutic waters in different exposure periods

Uzdrowisko	Nazwa ujęcia	Stężenie Ba <sup>2+</sup> [mg/dm <sup>3</sup> ]	Dzienna ilość pobranej wody [cm <sup>3</sup> ]	Okres narażenia [lata]	Dawka pobrana [mg/kg x d]	Dawka referencyjna wg IRIS [mg/kgxd]	Współczynnik zagrożenia HQ
Szczawnica Zdrój	Wanda	3,59	500	30	1,10 x 10 <sup>-2</sup>	0,2 dla UF <sup>a</sup> =300	5,49 x 10 <sup>-2</sup>
				70	2,56 x 10 <sup>-2</sup>		1,28 x 10 <sup>-1</sup>
Wysowa	Franciszek	3,60	500	30	1,10 x 10 <sup>-2</sup>		5,51 x 10 <sup>-2</sup>
				70	2,57 x 10 <sup>-2</sup>		1,29 x 10 <sup>-1</sup>
	Aleksandra	3,11	500	30	9,52 x 10 <sup>-3</sup>		4,76 x 10 <sup>-2</sup>
				70	2,22 x 10 <sup>-2</sup>		1,11 x 10 <sup>-1</sup>
Iwonicz Zdrój	Elin 7	4,15	500	30	1,27 x 10 <sup>-2</sup>		6,35 x 10 <sup>-2</sup>
				70	2,96 x 10 <sup>-2</sup>		1,48 x 10 <sup>-1</sup>
Rymanów Zdrój	Celestynka	14,82	500	30	4,54 x 10 <sup>-2</sup>		2,27 x 10 <sup>-1</sup>
				70	1,06 x 10 <sup>-1</sup>		5,29 x 10 <sup>-1</sup>
	Tytus	14,08	500	30	4,31 x 10 <sup>-2</sup>		2,16 x 10 <sup>-1</sup>
				70	1,01 x 10 <sup>-1</sup>		5,03 x 10 <sup>-1</sup>
	Klaudia	15,18	500	30	4,65 x 10 <sup>-2</sup>		2,32 x 10 <sup>-1</sup>
				70	1,08 x 10 <sup>-1</sup>		5,42 x 10 <sup>-1</sup>
Krynica Zdrój	Słotwinka	25,18	250	30	3,85 x 10 <sup>-2</sup>		1,93 x 10 <sup>-1</sup>
				70	8,99 x 10 <sup>-2</sup>		4,50 x 10 <sup>-1</sup>
			500	30	7,71 x 10 <sup>-2</sup>	3,85 x 10 <sup>-1</sup>	
				70	1,80 x 10 <sup>-1</sup>	8,99 x 10 <sup>-1</sup>	

<sup>a</sup>UF- współczynnik niepewności

- Ba - ośrodkowy układ nerwowy (porażenie), układ sercowo-naczyniowy (wzrost ciśnienia tętniczego krwi);
- B - przewód pokarmowy (uszkodzenie nerek), układ krwiotwórczy (niedokrwistość);
- F - zęby (szkliwo plamkowe), strukturę kości (wzrost łamliwości).

Wszystkie te składniki są pochodzenia naturalnego, związane genetycznie z utworami geologicznymi, w których występują te wody [5, 8, 11]. Szczegółowe dane dotyczące wszystkich ujęć wód leczniczych w danym uzdrowisku, w tym ujęć ogólnodostępnych jak i liczbę wód zawierających w określonym limitami stężeniu niepożądane, ze względów zdrowotnych, omawiane pierwiastki zawiera tabela 1.

Oszacowanie ryzyka zdrowotnego wynikającego z poboru związków fluoru, baru i boru dokonano oceniając narażenie dla populacji ludzi dorosłych, z uwzględnieniem wielkości dawek wypijanej wody, czasu w jakim trwała podaż i drogę narażenia (*per os*). Głównym czynnikiem w ocenie narażenia jest ilość substancji szkodliwej, pobranej przez organizm w ciągu doby, w przeliczeniu na 1 kg masy ciała.

Dawkę pobraną [mg/kg x doba] określono wg zalecanego przez EPA (*U.S. Environmental Protection Agency*) modelu narażenia na pobór substancji chemicznej z wody drogą pokarmową uwzględniając:

- stężenie substancji chemicznej w wodzie ujmowanej [mg/dm<sup>3</sup>],

- wielkość dziennego spożycia wody [dm<sup>3</sup>/d],
- częstotliwość narażenia (dla mieszkańców założono 365 dni/rok), okres trwania narażenia, masę ciała dorosłego człowieka [kg],
- okres uśredniania - dla substancji niekancerogennych (Ba, B, F) jest równy okresowi narażenia [1].

Przy wyznaczaniu potencjalnej średniej dziennej dawki Ba, B lub F pobranej w wyniku spożywania przez mieszkańców leczniczej wody drogą pokarmową przyjęto wartości zmiennych: a) maksymalne stężenie danego pierwiastka w ocenianej wodzie; b) wielkość dziennego spożycia wody równą 250 lub 500 cm<sup>3</sup>; c) masę ciała osób dorosłych - 70 kg; d) okres trwania narażenia: 10, 20, 30 lat (narażenie przewlekłe) oraz 70 lat jako narażenie trwające przez całe życie.

Potencjalnie pobrane dawki baru i boru z niektórych wód leczniczych czerpanych ujęciami ogólnodostępnymi w uzdrowiskach przedstawiono w tabelach 2 i 3.

W tabelach przedstawiono również wielkości tzw. dawek referencyjnych RfD (*Reference Dose*) ustalone przez odpowiednie panele eksperckie agencji EPA i udostępnione w komputerowej bazie danych IRIS (*Integrated Risk Information System*) [20]. Dawki te wyznaczane są na podstawie najwyższego poziomu narażenia, który nie wywołuje szkodliwego działania, określonego jako NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*). Poziom ten uwzględnia niepewność związaną z różnicą wewnątrz populacji oraz ekstrapolację międzygatunkową, a także przeniesienie wyników badań

Tabela 3. Współczynniki zagrożenia, dawki referencyjne oraz dawki pobrane drogą pokarmową związków boru z wód leczniczych w różnych okresach trwania narażenia

Hazard quotients, reference doses and oral intakes of boron from therapeutic waters in different exposure periods

Uzdrowisko	Nazwa ujęcia	Stężenie B <sup>3+</sup> [mg/dm <sup>3</sup> ]	Dzienna ilość pobranej wody [cm <sup>3</sup> ]	Okres narażenia [lata]	Dawka pobrana [mg/kgxd]	Dawka referencyjna wg IRIS [mg/kgxd]	Wskaźnik zagrożenia HQ
Szczawnica Zdrój	Wanda	34,07	500	30	1,04 x 10 <sup>-1</sup>	0,2 dla UF=66	5,21 x 10 <sup>-1</sup>
				70	2,43 x 10 <sup>-1</sup>		<b>1,22</b>
	Szymon	10,43	500	30	3,19 x 10 <sup>-2</sup>		1,60 x 10 <sup>-1</sup>
				70	7,45 x 10 <sup>-2</sup>		3,73 x 10 <sup>-1</sup>
	Pitoniakówka F	19,04	500	30	5,83 x 10 <sup>-2</sup>		2,91 x 10 <sup>-1</sup>
				70	1,36 x 10 <sup>-1</sup>		6,80 x 10 <sup>-1</sup>
Iwonicz Zdrój	Elin 7	23,65	500	30	7,24 x 10 <sup>-2</sup>		3,62 x 10 <sup>-1</sup>
				70	1,69 x 10 <sup>-1</sup>		8,45 x 10 <sup>-1</sup>
Rymanów Zdrój	Celestynka	39,93	500	30	1,22 x 10 <sup>-1</sup>		6,11 x 10 <sup>-1</sup>
				70	2,85 x 10 <sup>-1</sup>		<b>1,43</b>
	Tytus	40,73	500	30	1,25 x 10 <sup>-1</sup>		6,23 x 10 <sup>-1</sup>
				70	2,91 x 10 <sup>-1</sup>		<b>1,45</b>
	Klaudia	43,92	500	30	1,34 x 10 <sup>-1</sup>	6,72 x 10 <sup>-1</sup>	
				70	3,14 x 10 <sup>-1</sup>	<b>1,57</b>	
	RZ-2	26,11	500	30	7,99 x 10 <sup>-2</sup>	4,00 x 10 <sup>-1</sup>	
				70	1,87 x 10 <sup>-1</sup>	9,33 x 10 <sup>-1</sup>	
Wysowa	Józef I	11,43	500	30	3,50 x 10 <sup>-2</sup>	1,75 x 10 <sup>-1</sup>	
				70	8,16 x 10 <sup>-2</sup>	4,08 x 10 <sup>-1</sup>	
	Józef II	30,11	500	30	9,22 x 10 <sup>-2</sup>	4,61 x 10 <sup>-1</sup>	
				70	2,15 x 10 <sup>-1</sup>	<b>1,08</b>	
	Henryk	33,56	500	30	1,03 x 10 <sup>-1</sup>	5,14 x 10 <sup>-1</sup>	
				70	2,40 x 10 <sup>-1</sup>	<b>1,20</b>	
	Słone	11,60	500	30	3,55 x 10 <sup>-2</sup>	1,78 x 10 <sup>-1</sup>	
				70	8,29 x 10 <sup>-2</sup>	4,14 x 10 <sup>-1</sup>	
	Bronisław	43,92	500	30	1,34 x 10 <sup>-1</sup>	6,72 x 10 <sup>-1</sup>	
				70	3,14 x 10 <sup>-1</sup>	<b>1,57</b>	
	Franciszek	95,99	250	20	9,79 x 10 <sup>-2</sup>	4,89 x 10 <sup>-1</sup>	
				30	1,47 x 10 <sup>-1</sup>	7,35 x 10 <sup>-1</sup>	
				70	3,43 x 10 <sup>-1</sup>	<b>1,71</b>	
				500	20	1,96 x 10 <sup>-1</sup>	9,79 x 10 <sup>-1</sup>
					30	2,94 x 10 <sup>-1</sup>	<b>1,47</b>
					70	6,87 x 10 <sup>-1</sup>	<b>3,43</b>
	Aleksandra	173,97	250	20	1,78 x 10 <sup>-1</sup>	8,88 x 10 <sup>-1</sup>	
				30	2,66 x 10 <sup>-1</sup>	<b>1,33</b>	
70				6,21 x 10 <sup>-1</sup>	<b>3,11</b>		
500			10	1,76 x 10 <sup>-1</sup>	8,88 x 10 <sup>-1</sup>		
			20	3,55 x 10 <sup>-1</sup>	<b>1,78</b>		
			30	5,32 x 10 <sup>-1</sup>	<b>2,66</b>		
			70	1,24	<b>6,21</b>		

przewlekłych na okres całego życia i określany jest jako współczynnik niepewności (*UF - Uncertainty Factor*).

Oceny potencjalnego ryzyka zdrowotnego, wynikającego z pobrania z wodą danego pierwiastka, dokonano obliczając tzw. współczynnik zagrożenia HQ (*Hazard Quotient*) określany dla danej drogi narażenia jako stosunek wielkości narażenia na daną substancję toksyczną do dawki referencyjnej wyznaczonej dla tej substancji, reprezentującej ten sam okres narażenia - obliczony wg poniższego wzoru [1]:

$$HQ = A / RfD$$

gdzie:

A - oznacza wielkość codziennego pobrania w warunkach przewlekłego narażenia.

Wartości wskaźnika narażenia, które zawarte są w powyższych tabelach odnoszą się do pojedynczego szlaku narażenia w wyniku oddziaływania jednej toksycznej substancji. Stwierdzono, że istnieje duże ryzyko występowania negatywnych skutków zdrowotnych,



w wyniku codziennego spożywania przez okres całego życia w ilościach 0,5 dm<sup>3</sup> wód zawierających bor, pochodzących z ujęć: Wanda (Szczawnica Zdrój), Celestynka, Tytus, Klaudia (Rymanów Zdrój), Franciszek, Aleksandra, Józef II, Henryk, Bronisław (Wysowa). Zagrożenie zdrowotne może wystąpić już po okresie 20 lat opisanego wyżej sposobu spożywania wody z ujęcia Aleksandra oraz 30 lat z ujęcia Franciszek, zlokalizowanych w uzdrowisku Wysowa. W przypadku wody z ujęcia Aleksandra, wartość HQ powyżej jedności została określona już po dawce 0,25 dm<sup>3</sup> po 30 latach.

Na podstawie wyników oszacowania zagrożenia zdrowotnego, wynikającego z poboru wód zawierających fluorki stwierdzono, że niekontrolowane spożywanie wód z ujęć Dąbrówka i Chrobry z Łądką Zdroju, zawierających ~10,0 mgF/dm<sup>3</sup> może spowodować zagrożenie w przypadku spożywania przez okres całego życia (70 lat). Dla wielkości dawki referencyjnej wg IRIS wynoszącej dla 0,06 przy UF=1 uzyskana wartość średnia HQ dla tych wód mieści się w zakresie 1,16 - 1,19.

Przedstawione powyżej potencjalne ryzyko zdrowotne w warunkach przewlekłego narażenia należy traktować jako oszacowanie jednostkowe. Dotyczy ono tylko jednego składnika mineralnego spośród ocenianych (B lub Ba lub F) pobranego wyłącznie drogą pokarmową. Przy określaniu sumarycznego ryzyka zdrowotnego należy (ze względu na addytywność wskaźnika zagrożenia) brać pod uwagę współobecność w wodzie innych pierwiastków toksycznych [2, 6]. W związku z jednoczesnym występowaniem w znacznych ilościach związków np. baru i boru zagrożenie zdrowotne wzrasta po spożyciu wód z ujęć: Celestynka, Tytus, Klaudia (Rymanów Zdrój) czy też z ujęcia Słotwinka (Krynica Zdrój).

Dla pełnej oceny zagrożenia zdrowotnego należy również brać pod uwagę pobór wyżej omawianych pierwiastków z innych źródeł np. żywności czy też powietrza. Wg danych z piśmiennictwa [13] stosunek pobrania omawianych pierwiastków w mg z wodą (2 dm<sup>3</sup> dziennie) oraz z wodą i żywnością wynosi: dla fluoru (1,0 :1,8); baru (0,76:1,24) oraz boru (0,2:1,0). Dla przykładu, zanieczyszczenie powietrza związkami fluoru waha się od 160 do 433 mgF/m<sup>3</sup>; w okresie 40 lat do 1980 r. dobową dawkę fluorków pobierana przez ludzi zwiększyła się ok. 10-krotnie, od 0,205 - 2,45 mg F [4]. We wcześniejszej publikacji [3] oszacowano ryzyko zdrowotne kuracjuszy wynikające ze stosowania wód zawierających m.in. bor i bar do zabiegów uzdrowiskowych oraz pozauzdrowiskowych, np. SPA.

Przedstawiona ocena zagrożenia zdrowotnego może zmieniać się w pewnym stopniu przez przyjęcie innych wielkości do oceny narażenia zwłaszcza ilości i częstotliwości spożywanej wody czy też okresów

zamieszkania, jak i zmieniającymi się warunkami środowiskowymi i nawykami żywieniowymi.

Odpowiednie, częściowe dane można uzyskać poprzez np. badania ankietowe. Dla przykładu na początku grudnia 2009 r., w jednym z uzdrowisk przeprowadzono badania ilości i częstotliwości pobierania wody z ujęcia ogólnodostępnego w pijalni wód. Spośród 70 losowo wybranych ankietowanych, 28 osób stanowili mieszkańcy uzdrowiska i jego najbliższych okolic (przysiółki). Z uzyskanych informacji wynika, że 57% ankietowanych mieszkańców odwiedza pijalnię codziennie w celu poboru wody w ilości  $\geq 1,0$  litra. Dominują mężczyźni, w przedziale wiekowym 46-55 i > 55 lat. 8 osób odwiedza pijalnię jeden raz w tygodniu pobierając wodę w ilości > 1,5 litra - odnosi się do głównie do mężczyzn w wieku 16-25 lat.

## WNIOSKI

1. Wody lecznicze z około 70% ujęć ogólnodostępnych w uzdrowiskach, zawierają związki baru, boru lub fluoru w stężeniu uznanym za potencjalnie szkodliwe dla zdrowia.
2. W celu zwiększenia bezpieczeństwa zdrowotnego mieszkańców wskazanych uzdrowisk potrzebne jest monitorowanie ilości wody pobieranej oraz liczby osób korzystających z tych ujęć.
3. Konieczne jest umieszczenie przy ujęciach wód ogólnodostępnych informacji o składzie chemicznym wody i zalecenie ograniczenia częstotliwości i ilości jej spożycia.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Barański B., Szymczak W.*: Podstawy metod oceny ryzyka zdrowotnego. Wyd. Instytut Medycyny Pracy, Łódź, 1995.
2. *Drobnik M., Latour T.*: Oszacowanie ryzyka zdrowotnego u osób pijących wody mineralne zawierające związki baru, boru lub arsenu, pochodzące z ujęć ogólnodostępnych w uzdrowiskach. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008, XLI, 888-892.
3. *Drobnik M., Latour T., Sziwa D.*: Ocena ryzyka zdrowotnego związanego z narażeniem na potencjalnie toksyczne składniki mineralne wód leczniczych. *Baln. Pol.*, 2008, 3(113), 266-273.
4. *Gumińska M.*: Ekologiczne uwarunkowania zdrowia i życia społeczeństwa polskiego. PAN, Warszawa 1990.
5. *Kabata-Pendias A., Pendias H.*: Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. PWN, Warszawa 1993.
6. *Kozłowski J.*: Probabilistyczna miara ryzyka zdrowotnego konsumentów wody do picia. *Roczn. PZH* 2003, 54, 68-70.
7. *Krełowska-Kulas M.*: Metabolizm fluoru. PTB, Szczecin 1994.

8. *Latour T., Drobnik M.*: Pierwiastki potencjalnie toksyczne w wodach naturalnych. Uwarunkowania geologiczne. Zagrożenie dla zdrowia. „Źródło” .Wody mineralne i napoje. Wyd. Kraj. Izba Gospodarcza 2006, 3, 14-16.
9. *Latour T.*: Pierwiastki potencjalnie toksyczne w naturalnych wodach leczniczych na tle współczesnych danych o ich właściwościach toksykodynamicznych oraz obowiązującej klasyfikacji balneologicznej. *Probl. Uzdr.* 1989, 1-2, 15-26.
10. *Machoy Z.*: Metabolizm fluoru. PTB, Szczecin, 1994.
11. *Macioszczyk A.*: Hydrogeochemia. Wyd. Geologiczne, Warszawa 1987.
12. *Murray F.J.*: A human health risk assessment of boron (boric acid and borax) in drinking water. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 1995, 22, 221-2130.
13. *Nikonorow M.*: Toksykologia żywności. PZWL, Warszawa 1979.
14. PN-75/C-04563/01. Woda i ścieki. Oznaczanie boru metodą kolorymetryczną z kwasem karminowym.
15. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie naturalnych wód mineralnych, naturalnych wód źródłanych i wód stołowych. Dz. U. Nr 120 poz. 1256, z późn. zm. Dz.U. Nr 276, poz. 2738.
16. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości. Dz. U. Nr 80, poz. 565.
17. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz. U. z 20027, Nr 61 poz. 417.
18. *Sapota A., Skrzypińska-Gawrysiak M.*: Bar i jego związki rozpuszczalne. Dokumentacja dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego. *PiMOŚP* 2006, 1(47), 3-4.
19. *Weir R.J., Fisher R.S.*: Toxicol Studies on Borax and Boric Acid. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 1972, 23, 351-355.
20. <http://www.epa.gov/iris/subst/0410 - bor, /0010-bar, 0053-fluor>.

Otrzymano: 02.03.2010

Zaakceptowano do druku: 03.09.2010