

OCENA DOPUSZCZALNYCH WAHAŃ WYBRANYCH PARAMETRÓW FIZYCZNO-CHEMICZNYCH WÓD LECZNICZYCH DŁUGOPOLA-ZDROJU

ASSESSMENT OF PERMISSIBLE VARIATION OF SELECTED PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS IN THERAPEUTIC WATER IN DŁUGOPOLE-ZDRÓJ

ANNA KACZOROWSKA¹

Abstrakt. W artykule przedstawiono analizę zmienności wybranych parametrów fizyko-chemicznych, które mogą nadawać wodzie właściwości lecznicze. Do obliczeń wykorzystano wyniki archiwalnych analiz wód z trzech ujęć Renata, Emilia, Kazimierz w Długopole-Zdroju wykonanych w latach 1883–2007. Pod uwagę wzięto stężenie Fe^{2+} , wolnego CO_2 , mineralizację oraz zawartość radonu. Do oceny dopuszczalnych wahań powyższych parametrów wykorzystano metody statystyczne. Określenie dopuszczalnych zakresów wahań pozwoliło zakwalifikować wody ze wszystkich ujęć do wód leczniczych pod względem zawartości niezwiązanego CO_2 , natomiast wody z ujęcia Renata pod względem sumy rozpuszczonych składników mineralnych stałych. W przypadku pozostałych parametrów w każdym ujęciu dolna granica zakresu dopuszczalnych wahań znajduje się poniżej wartości progowej, dlatego wód tych nie można uznać za lecznicze.

Słowa kluczowe: wody lecznicze, Fe^{2+} , CO_2 , mineralizacja, radon, Długopole-Zdrój.

Abstract. The article presents an assessment of the variability of selected physicochemical parameters that determine the therapeutic properties of water. Calculations were based on the results of the archival analyses of water from three water captures Renata, Emilia, Kazimierz in Długopole-Zdrój, conducted in years 1883–2007. The study focused on the concentration of ferrous ion, free carbon dioxide, radon and total dissolved solids. Statistical methods were used in order to evaluate the permissible fluctuation of these parameters. Water from all of the analyzed water captures can be classified as therapeutic water due to the amount of free carbon dioxide. Only water from the Renata capture is therapeutic due to the content of total dissolved solid minerals. For the other parameters, in every water capture the lower limit of the permissible oscillations is below the threshold, therefore water cannot be considered as therapeutic water.

Key words: therapeutic water, Fe^{2+} , CO_2 , mineralization, radon, Długopole-Zdrój.

WSTĘP

Historia odkrycia wód leczniczych Długopola-Zdroju jest związana z pracami górniczymi prowadzonymi do powstania sztolni. W wyniku tych działań doszło do uruchomienia wypływów wód podziemnych z dużą zawartością CO_2 , które są eksploatowane od końca XIX wieku po dzień dzisiejszy (Fistek, 1960).

Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze w art. 5.2 (DzU Nr 163, poz. 981 z późn. zm.) określa, że „wodą leczniczą jest woda podziemna, która pod względem chemicznym i mikrobiologicznym nie jest zanieczyszczona, cechuje się naturalną zmiennością cech fizycznych i chemicznych” oraz spełnia przynajmniej je-

¹ Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; e-mail: a.kaczorowska@uw.edu.pl

den z warunków zawartych w ustawie. Ocena właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych należy dokonywać na podstawie udokumentowanych badań, które powinny obejmować co najmniej trzy lata (Rozporządzenie Ministra Środowiska, DzU Nr 80, poz. 565).

Celem badań było określenie, które parametry mogą przyczynić się do nadania wodom ujętym w uzdrowisku Długopole-Zdrój właściwości leczniczych, uwzględniając naturalną zmienność cech fizykochemicznych wraz z określeniem dopuszczalnych wahań tych parametrów.

TEREN BADAŃ

Długopole-Zdrój jest położone w Sudetach Środkowych, u podnóża Gór Bystrzyckich. Obszar ten należy do jednostki geologicznej zwanej Rowem Górnej Nysy Kłodzkiej, wypełnionym osadami kredowymi, głównie marglami i piaskowcami (Mroczkowska, 1997). Na powierzchni ukazują się prekambryjskie gnejsy plagioklazowe występujące w rozcięciu erozyjnym Nysy Kłodzkiej w okolicy uzdrowiska (Walczak-Augustyniak, Wroński, 1981).

Długopole-Zdrój specjalizuje się w terapii chorób przewodu pokarmowego, układu krążenia, przemiany materii, układu trawienia oraz chorób narządów ruchu z wykorzystaniem wód leczniczych w postaci kuracji pitnych czy kąpiele. Do celów balneologicznych używane są wody z trzech źródeł: Renata, Emilia i Kazimierz, ujęte w sztolni na głębokości 13–17 m (Fistek, 1967). Są to wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ wypływające ze spękanych utworów metamorficznych ze średnią wydajnością $0,35 \text{ dm}^3/\text{s}$.

METODY BADAŃ

Z uwagi na balneologiczne użytkowanie wód w Długopolu-Zdroju oraz cechy fizyczne i chemiczne, nadające wodzie właściwości lecznicze, do oceny dopuszczalnych wahań wybrano cztery parametry jakościowe wód, tj. stężenie Fe^{2+} i wolnego CO_2 , mineralizację oraz zawartość radonu. Do obliczeń wykorzystano wszystkie dostępne analizy archiwalne pochodzące z lat 1883–2007 dla ujęcia Emilia, 1940–2007 dla ujęcia Renata oraz 1959–2007 dla ujęcia Kazimierz wykonywane na zlecenie Uzdrowiska Łądek-Długopole Zdrój S.A. (tab. 1). Od 1963 roku próbki były pobierane corocznie w sposób ciągły i oznaczane przez Biuro Projektów i Usług Technicznych Branży Uzdrowiskowej Balneoprojekt oraz przez Główny Instytut Górniczo-Geologiczny. Wyniki oznaczeń Fe^{2+} , wolnego CO_2 oraz wartość mineralizacji pochodzą z całego okresu obserwacji, natomiast oznaczenia radonu rozpoczęto w 1975 roku. Wyniki badań wody z ujęcia Emilia zostały przeanalizowane pod względem zmienności zawartości jonu żelazawego (Ciężkowski i in., 2007), jednak w wodach z pozostałych ujęć nie określono zakresu dopuszczalnych wahań składników, które pozwoliłyby zakwalifikować je do wód leczniczych.

Ocenę dopuszczalnych wahań parametrów fizykochemicznych wykonano na podstawie metod zaproponowanych przez zespół autorów z Zakładu Geologii i Wód Mineralnych Instytutu Górniczo-Geologicznego Politechniki Wrocławskiej oraz Zakładu Tworzyw Uzdrowiskowych Państwowego Zakładu Higieny w Poznaniu (Ciężkowski i in., 2007). Dla każdego parametru, w poszczególnych ujęciach, stworzono bazę danych, którą następnie zweryfikowano pod względem poprawności informacji. Odrzucono wyniki uznane za błędne pod względem systematycznym, a na-

stępnie wyniki odstające. W tym celu wykorzystano metody statystyczne przy założeniu, że odrzuca się wyniki oznaczeń, które różnią się od wartości średniej arytmetycznej powyżej trzech odchyłeń standardowych. Jako zakres dopuszczalnych wahań parametrów wód leczniczych przyjęto zakres (Ciężkowski i in., 2007):

$$\bar{x} \pm 2\sigma$$

gdzie: \bar{x} – wartość oczekiwana (średnia prawdziwa wartość),
 σ – odchylenie standardowe.

Powyższy przedział odnosi się do prób, dla których na poziomie istotności 0,05 jest możliwe przyjęcie hipotezy o rozkładzie normalnym, które charakteryzują się losowością oraz w układzie czasowym wartości danego parametru nie wykazują trendu. Sprawdzenie istnienia statystycznie istotnego trendu wykonano za pomocą tzw. karty kontrolnej Shewharta pojedynczych obserwacji (PN-ISO 8258+AC1) z modyfikacją związaną z przyjęciem dopuszczalnych wahań według odchylenia standardowego (Ciężkowski i in., 2007). Dla każdego parametru wyznaczono poziomą linię centralną CL określającą wartość średnią, dolną (LWL) i górną (UWL) linię ostrzegawczą w odległości $\pm 2\sigma$ od CL, dolną linię kontrolną LCL i górną linię kontrolną UCL w odległości $\pm 3\sigma$ od CL oraz wyznaczono linię trendu (fig. 1). W przypadku, gdy próba nie wykazywała rozkładu normalnego i/lub widoczny był istotny trend, dokonywano korekty danych poprzez usuwanie najstarszych wyników analiz z uwagi na duże prawdopodobieństwo wystąpienia błędu analizy. Jeżeli jednak rozkład nie mógł być uznawany za normalny, dane transformowano poprzez ich logarytmowanie.

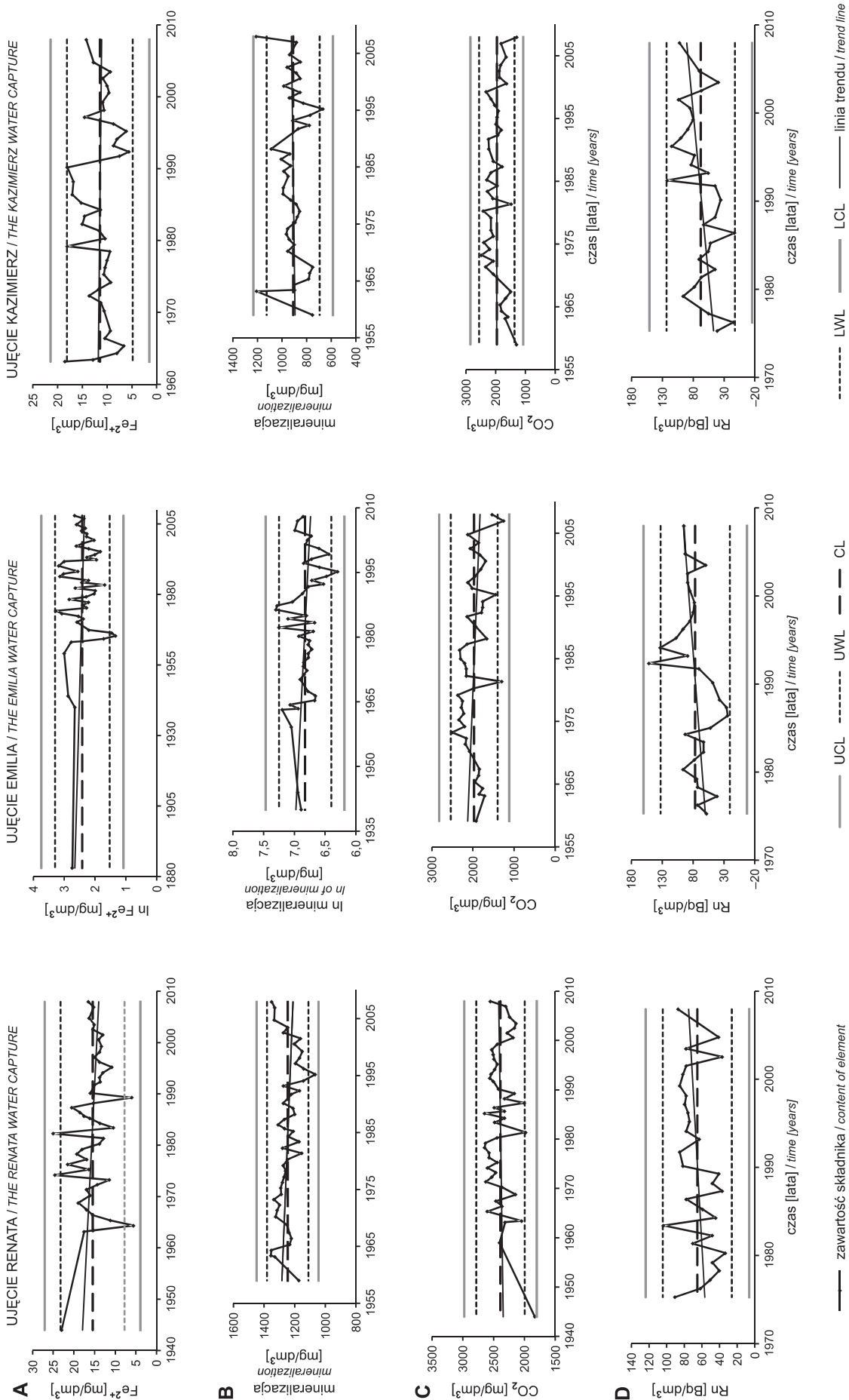


Fig. 1. Karty kontrolne pomiarów po odrzuceniu wyników odstających

A – stężenie Fe²⁺, B – mineralizacja, C – zawartość wolnego CO₂, D – zawartość wolnego radonu, w wodach z ujęć w Długopolu-Zdroju

Control charts of values after outliers rejecting

A – concentration of ferrous ion, B – mineralization, C – content of free carbon dioxide, D – content of radon, in water from water captures in Długopole-Zdrój

Tabela 1

Wyniki oznaczeń stężenia Fe²⁺, mineralizacji, zawartości wolnego CO₂ i radonu w wodach w ujęciach Renata, Emilia, Kazimierz w Długopole-Zdroju w latach 1883–2007 (na podstawie danych Uzdrowiska Łądek-Długopole-Zdrój S.A.)

The determination results of concentration of ferrous ion, mineralization, content of free carbon dioxide and radon in water from the Renata, Emilia, Kazimierz water captures in Długopole-Zdrój in the years 1883–2007 (based on data from the Łądek-Długopole-Zdrój Health Resort)

Data pobrania próbki wody		Ujęcie Renata				Ujęcie Emilia				Ujęcie Kazimierz			
		Fe ²⁺	M**	CO ₂	Rn	Fe ²⁺	M**	CO ₂	Rn	Fe ²⁺	M**	CO ₂	Rn
Rok	czas t* (lata)	mg/dm ³			Bq/dm ³	mg/dm ³			Bq/dm ³	mg/dm ³			Bq/dm ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11.12.2007	2007,95	16,50	1350	2550	87,00	14,30	951	1530	95,00	14,20	1210	1290	102,00
5.12.2006	2006,93	15,20	1330	2300		10,50	1040	1250		1,20	880	1820	
11.10.2004	2004,78	16,28	1333	2240	41,00	13,46	1086	2120	92,50	12,70	937	1651	70,00
24.06.2003	2003,48	15,07	1245	2134	78,00	10,07	832	1858	59,20	9,33	849	1838	38,85
18.07.2002	2002,55	15,38	1273	2160	37,00	11,37	886	2061	88,80	10,87	958	1881	66,60
13.07.2001	2001,53	13,00	1161	2280	77,70	9,60	911	1824	88,80	10,00	883	1870	103,60
24.07.2000	2000,56	14,00	1203	2180	81,40	9,70	732	1686	85,10	9,60	851	1632	85,10
2.04.1999	1999,25	13,30	1150	2440	85,10	7,60	624	1808	77,70	10,90	984	2320	79,92
18.02.1998	1998,13	13,80	1168	2527	77,70	10,80	828	1948	79,55	10,60	852	2160	88,80
26.02.1997	1997,16	15,00	1195	2504	79,55	13,50	941	2120	85,10	14,50	940	2036	99,90
21.03.1996	1996,22	13,80	1141	2493	75,85	9,00	728	2014	96,20	8,70	825	1908	114,70
16.03.1995	1995,21	10,80	1065	2440	74,00	6,20	541	1440	107,30	6,10	667	1948	77,70
10.02.1994	1994,11	13,00	1142	2480	77,70	7,40	649	1760	133,20	8,00	772	1990	83,25
10.03.1993	1993,19	13,80	1274	2540	62,90	9,60	824	1760	88,80	8,70	912	1810	55,50
4.05.1992	1992,34	13,60	1168	2560	780,70	7,00	680	1790	151,70	5,60	777	1930	122,10
25.09.1991	1991,73	15,00	1221	2504	85,10	20,00	872	2140	70,30	7,50	868	2240	44,40
26.02.1990	1990,16	16,00	1274	2420	81,40	24,00	958	1930	48,10	18,00	1390	2230	35,15
10.04.1989	1989,27	6,00	1211	2160	40,70								
8.03.1988	1988,18	15,30	1200	2320	48,10	12,80	1129	1660	37,00	16,80	1087	2080	44,40
28.04.1987	1987,32	20,50	1267	2000	37,00	20,50	1452	2140	25,90	32,00	936	1780	62,90
19.05.1986	1986,38	18,50	1308	2490	77,70	23,00	1477	2320	24,05	17,00	1007	2160	12,95
4.09.1985	1985,68	17,50	1265	2320									
28.03.1985	1985,24	16,10	1209	2644	59,20					15,20	927	2300	51,80
1985	1985,00					9,10	897	2300	51,80				
12.04.1984	1984,28	13,70	1241	2320	44,40	11,30	1215	2200	92,50	11,30	985	1950	55,50
24.05.1983	1983,39	10,40	1171	2480	103,60	5,40	786	2160	62,90	14,50	949	2280	70,30
6.04.1982	1982,26	25,00	1280	1440	48,10	14,00	1407	2160	62,90	15,00	1347	2090	44,40
13.05.1981	1981,36	12,80	1153	1979	70,30	7,30	806	1296	77,70	11,60	989	1478	66,60
11.04.1980	1980,28	13,80	1246	2441	33,30	7,60	1019	1981	96,20	10,40	991	2415	77,70
13.03.1979	1979,20	18,00	1275	2630	48,10	9,80	853	2370	74,00	18,00	928	2160	96,20
11.04.1978	1978,28	19,30	1259	2644	40,33	17,00	875	2249	72,52				
26.06.1978										9,40	884		
24.03.1977	1977,23	16,90	1269	2572	50,69	9,10	825	2280	41,07	10,00	856	2160	55,13
31.03.1976	1976,25	21,50	1280	2570	61,79	11,00	875	2220	72,52	10,40	874	2080	14,80
11.04.1975	1975,28	16,35	1291	2440	90,65	9,70	870	2340	58,09	10,65	893	2400	41,07
5.03.1974	1974,18	24,60	1288	2600		26,20	937	2200		9,25	954	2200	
27.03.1973	1973,24	11,40	1336	2460		21,60	945	2506		11,65	964	2480	

Tabela 1 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
20.04.1972	1972,30	14,30	1298	2527		12,65	892	2160		13,60	942	2080	
13.05.1971	1971,36	16,95	1314	2625		10,80	936	2180		11,25	900	2340	
21.03.1970	1970,22	16,05	1324	2360		13,25	997	2080		10,60	953	2080	
2.10.1968	1968,75	18,90	1249	2140									
5.06.1967	1967,43	16,92	1237	2460		9,02	877	1842		9,30	749	1490	
18.05.1966	1966,38	15,40	1221	2360		4,30	776	1860		10,44	774	1664	
2.04.1965	1965,33	11,15	1233	2602		3,80	786	1948		6,60	782	1850	
28.04.1964	1964,32	5,56	1352	1672		5,56	1175	1760		8,00	899	1804	
28.05.1963	1963,41	15,25	1355	2046		11,00	1026	1848		12,80	897	1584	
1.03.1963	1963,16	17,50	1329	2312		16,00	1337	1715		18,50	1206	1680	
18.02.1959	1959,13					20,00	1149	1918					
1959	1959,00	55,00	1173	2403						35,00	751	1300	
1944	1944,00	22,96	1331	1831		17,63	1033	1144					
1940	1940,00	24,06	1275	2363		14,23	980	1703					
1883	1883,00					15,43	1217	1756					

* – przy założeniu, że jeden dzień odpowiada $1/365 = 0,00274$; ** – wartość mineralizacji

WYNIKI BADAŃ

JON ŻELAZAWY

Pomimo odrzucenia oznaczenia z 1959 roku, niemieszczącego się w granicy $\pm 3\sigma$, pozostałe dane z ujęcia Renata nie wykazywały rozkładu normalnego, dlatego dodatkowo usunięto wartość najstarszą, z 1940 roku. Dokonano transformacji danych za pomocą operacji logarytmowania dla wód z ujęcia Emilia w celu uzyskania rozkładu logarytmiczno-normalnego. Jako błąd systematyczny uznano wynik z 2006 roku dla wód z ujęcia Kazimierz, wynoszący $1,2 \text{ mg/dm}^3$ przy średniej $11,44 \text{ mg/dm}^3$ (tab. 1). Następnie zweryfikowano dane, biorąc pod uwagę granicę $\pm 3\sigma$, i odrzucono wyniki z 1959 i 1987 roku. Żadna z wód nie może zostać uznana za wodę leczniczą pod względem zawartości jonu żelazawego (tab. 2). We wszystkich przypadkach dolna granica zakresu dopuszczalnych wahań znajduje się znacznie poniżej wymaganej minimalnej zawartości Fe^{2+} wynoszącej 10 mg/dm^3 (Ustawa..., DzU Nr 163, poz. 981 z późn. zm.).

MINERALIZACJA

Z uwagi na istotny trend w danych z ujęcia Renata odrzucono wyniki z 1940 i 1944 roku (tab. 1). Empiryczny rozkład oznaczonych wartości mineralizacji w próbkach z ujęcia Emilia nie mógł być uznany za normalny, dlatego podobnie jak w przypadku stężenia Fe^{2+} dokonano transformacji danych za pomocą operacji logarytmowania, a następnie usunięto wynik najstarszy, z roku 1883, w celu usunięcia trendu. W wodach z ujęcia Kazimierz odrzucono oznaczenia z 1982

i 1990 roku, ponieważ nie mieściły się w granicy $\pm 3\sigma$. Jedynie wody z ujęcia Renata można uznać za lecznicze pod względem sumy rozpuszczonych składników mineralnych stałych wynoszącej nie mniej niż 1000 mg/dm^3 (Ustawa... DzU Nr 163, poz. 981 z późn. zm.). Dolna granica zakresu dopuszczalnych wahań w przypadku pozostałych wód znajduje się znacznie poniżej wartości progowej (tab. 2).

CO₂ NIEZWIĄZANY

Nie wszystkie wyniki oznaczeń składników w wodach z ujęć Renata i Emilia tworzyły rozkład normalny, dlatego odrzucono odpowiednio wyniki z lat 1940, 1982 i 1964 oraz z 1883, 1944 i 1940 (tab. 1). Wszystkie wody mogą zostać uznane za lecznicze pod względem zawartości wolnego CO₂, ponieważ dolna wartość dopuszczalnego zakresu wahań znajduje się znacznie powyżej wymaganej minimalnej zawartości niezwiązanego CO₂ w wodzie leczniczej wynoszącej 250 mg/dm^3 (1000 mg/dm^3 dla szcaw wg Ustawy..., DzU Nr 163, poz. 981 z późn. zm.). Warto zwrócić uwagę, że średnia zawartość CO₂ w badanych wodach jest stosunkowo wysoka i wynosi od 1971 do 2389 mg/dm^3 (tab. 2).

RADON

W przypadku oznaczeń radonu wszystkie próbki z trzech ujęć zostały wykorzystane do określenia zakresu dopuszczal-

Tabela 2

Wyniki obliczeń zakresu dopuszczalnych wahań dla wód z ujęć Renata, Emilia i Kazimierz w Długopole-Zdroju

Calculation results of permissible oscillations range in water from the Renata, Emilia, Kazimierz water captures in Długopole-Zdrój

Składnik	Woda z ujęcia	Liczebność próby	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Zakres dopuszczalnych wahań	
		n	\bar{x}_{sr}	σ_x	$\bar{x}_{sr} - 2\sigma$	$\bar{x}_{sr} + 2\sigma$
Fe ²⁺ [mg/dm ³]	Renata	46	15,48	3,86	7,77	23,19
	Emilia	46	12,24	5,35	4,60	27,06
	Kazimierz	40	11,44	3,31	4,81	18,07
Mineralizacja [mg/dm ³]	Renata	46	1246,24	67,50	1111,23	1381,24
	Emilia	45	942,56	206,44	602,35	1410,38
	Kazimierz	41	908,34	107,85	692,65	1124,03
CO ₂ [mg/dm ³]	Renata	45	2388,62	195,97	1996,69	2780,55
	Emilia	43	1970,51	284,43	1401,65	2539,38
	Kazimierz	42	1962,83	296,52	1369,79	2555,88
Rn [Bq/dm ³]	Renata	30	65,18	19,57	26,03	104,33
	Emilia	30	76,55	27,97	20,61	132,49
	Kazimierz	29	67,63	27,77	12,09	123,17

nych wahań, z wyjątkiem danych dla ujęcia Renata z 1992 roku (tab. 1). Oznaczenie to odrzucono ze względu na znacząco odstający wynik 780,7 Bq/dm³ przy średniej 65,18 Bq/dm³. Dolna wartość dopuszczalnego zakresu wahań

znajduje się poniżej wartości progowej wynoszącej minimum 74 Bq/dm³ (Ustawa..., DzU Nr 163, poz. 981 z późn. zm.), dlatego żadna z wód nie może zostać uznana za leczniczą pod względem zawartości radonu (tab. 2).

WNIOSKI

Uwzględniając pojedyncze analizy wody z uzdrowiska w Długopole-Zdroju można zakwalifikować je do radonowych szczaw żelazistych, w których suma rozpuszczonych składników mineralnych wynosi nie mniej niż 1000 mg/dm³. Z tego względu wody te mogą zostać uznane za lecznicze pod względem zawartości Fe²⁺, CO₂, radonu oraz mineralizacji. Zastosowanie omówionej metody znacząco zmienia ten stan. Wyniki obliczeń dopuszczalnych wahań wybranych parametrów przedstawione w artykule wskazują, że wody ze wszystkich trzech ujęć, Renata, Emilia i Kazimierz, mogą zostać uznane za lecznicze jedynie pod względem zawartości CO₂, natomiast wody z ujęcia Renata dodatkowo

mogą być uznane za wody mineralne. W przypadku pozostałych parametrów w każdym ujęciu dolna granica dopuszczalnych wahań znajduje się poniżej wartości progowej. Zastosowana metoda w sposób prosty i szybki pozwala dobrze ocenić zakres dopuszczalnych wahań parametrów fizykochemicznych wód. Określenie tego zakresu w dużej mierze zależy od dokładności przeprowadzanych analiz wody oraz od liczby danych. Niestety, w zależności od intencji badającego, istnieje możliwość manipulacji liczbą danych w taki sposób, aby uzyskać „zadowalające” wyniki pozwalające zaklasyfikować wody do wód leczniczych.

LITERATURA

- CIEŻKOWSKI W., KIELCZAWA B., LATOUR T., LIBER E., PRZYLIBSKI T. A., SZIWAD., ŻAK S., 2007 — Dopuszczalne wahania eksploatacyjnych i fizyczno-chemicznych parametrów wód leczniczych: zasady ustalania. Ofic. Wyd. PWr, Wrocław.
- FISTEK J., 1960 — Dokumentacja hydrogeologiczna wód mineralnych. Długopole Zdrój. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- FISTEK J., 1967 — Rekonstrukcja ujęć szczywy w Długopolu Zdroju. *Probl. Uzdrow.*, 4, 36: 598–622.
- MROCZKOWSKA B., 1997 — Objasnienia do Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Bystrzyca Kłodzka. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- PN-ISO 8258+AC1:1996 — Karty kontrolne Shewharta. PKN, Warszawa.
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA z dn. 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 (DzU Nr 80, poz. 565).
- USTAWA z dnia 9 czerwca 2011 r. — Prawo geologiczne i górnicze (DzU Nr 163, poz. 981 z późn. zm.).
- WALCZAK-AUGUSTYNIAK M., WRÓŃSKI J., 1981 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów, skala 1:25 000. Ark. Domasków. Inst. Geol., Warszawa.

SUMMARY

The aim of the study was to identify which parameters determine the therapeutic properties of water from the Renata, Emilia and Kazimierz captures in Długopole-Zdrój. Calculations were based on archival analyses from the years 1883–2007 ordered by the Łądek-Długopole-Zdrój Health Resort. Concentration measurements of ferrous ion, free carbon dioxide and total dissolved solids were performed for the whole observation period, however the measurement of radon has been initiated in 1975. The assessment of the permissible oscillations of physicochemical parameters were based on the methodology proposed by the research group from the Division of Geology and Mineral Waters, Institute of Mining, Wrocław University of Technology and from The Department of Health Resort Materials, National Institute of Public Health in Poznań. Databases were created for each parameter and were checked for data correctness. Results which were considered to be incorrect were discarded. Statistical methods were used in order to evaluate the per-

missible oscillations of the analyzed parameters. It was assumed that the results of denotations should form a normal distribution, be independent of time a random sample at a significance level of 0.05. Permissible limit of variation was determined as range $x \pm 2\sigma$. According to the Geological and Mining Law (Polish Journal of Laws, no. 163 pos. 981, art. 5.2), the minimum content of dissolved mineral components is 1000 mg/dm³, ferrous ion – 10 mg/dm³, radon – 74 Bq/dm³ and free carbon dioxide – 250 mg/dm³. Examination results indicate that water from all water captures is therapeutic due to the amount of free carbon dioxide. Only water from the Renata water capture is classified as therapeutic due to content of total dissolved solid minerals. For the other parameters in every water captures the lower limit of the permissible oscillations is below the threshold, therefore water cannot be considered therapeutic.

