

Janusz GIERWIELANIEC

Łądek Zdrój i jego wody mineralne

WSTĘP

Łądek Zdrój był od dawna terenem zainteresowań geologicznych i hydrogeologicznych ze względu na występujące wody lecznicze (mineralne). Mimo to nie było dotychczas wyczerpującego opracowania tych wód. Niniejsze opracowanie wykonałem w latach 1956—1959 przy współpracy z Państwowym Przedsiębiorstwem Obsługa Techniczna Uzdrawisk w Warszawie.

Rejon objęty badaniami geologicznymi leży w Sudetach, stanowiących składową część Masywu Czeskiego — jednego z większych elementów krystalicznych w Europie Środkowej. Dla dokładnego określenia położenia okolicy, którą będę omawiał w artykule, podaję, że Łądek Zdrój leży w odległości 26 km na południowy wschód od Kłodzka i 24 km na północny wschód od Bystrzycy Kłodzkiej.

CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA REJONU

Wśród utworów budujących metamorfik Łądka-Snieżnika wydzielono serię suprakrystalną, którą zgodnie z panującą tradycją nazywam serią strońską. W serii tej występują trzy zasadnicze zespoły skalne, mniej lub więcej zróżnicowane litologicznie: zespół łupków łyszczykowych, gnejsy gierałtowskie i gnejsy śnieżnickie.

SERIA STROŃSKA

Pod podjęciem serii strońskiej rozumie się obecnie suprakrystalny zespół algoncki. W serii tej dominuje kompleks łupków łyszczykowych, reprezentowany przez łupki łyszczykowe, łupki kwarcytowe i kwarcyty, łupki dwułyszczykowe oraz mniej liczne kwarcyty grafitowe, łupki amfibolitowe i amfibolity, wapienie krystaliczne, łupki łyszczykowe sfeldspatyzowane i paragnejsy.

ZESPÓŁ ŁUPKÓW ŁYSZCZYKOWYCH

W rejonie Łądka Zdroju dominują łupki łyszczykowe bogate w muskowit i kwarc, mniej liczny jest biotyt i serycyt, trafiają się także drob-

ne ziarna skalenia. Pod mikroskopem odznaczają się one strukturą granoblastyczną i kierunkową teksturą. Kwarc jest minerałem najobfitszym, tworzy drobną mozaikę o nierównym ziarnie. Prócz tego buduje gniazda i pasy przewijające się między oligoklazami i postrzępionymi tabliczkami łyszczyku. Skaleń, który przypuszczalnie jest albitem, wykształca poikilitowo poprzerastane blasty. Na granicy plagioklazów i skalenia potasowego prawie zawsze jest obecny myrmekit. Muskowit jest bezbarwny, zjawia się między drobnymi ziarnami kwarcowymi w postaci pojedynczych płytek. Biotyt występuje w drobnych blaszkach, tu i ówdzie postrzępionych i powyginanych o nieznacznym pleochroizmie. Z minerałów akcesorycznych zawsze są obecne staurolit i granat. Tkwią one nie tylko wewnątrz łyszczyków, ale także poza nimi, wykształcając czasami duże, jednorodne ziarna przetkane biotytem.

Oprócz opisywanych łupków spotyka się pakiety i soczewy łupku kwarcytowego oraz wkładki kwarcytów grafitowych. Zasadniczo są to skały jasne, zdarzają się również odmiany ciemne, zasobne w grafit.

Łupki kwarcytowe i kwarcyty są to skały bardzo drobnoziarniste (silnie przekryształizowane), monomineralne, zbudowane z drobnych ziarn kwarcu, układających się w nieregularnie przebiegające warstewki poprzedzielane muskowitem i serycytem. W zależności od ich udziału w budowie skały będą to kwarcyty masywne lub łupki kwarcytowe. Ziarna kwarcu stanowią na ogół tło skalne, budując nieregularne warstewki lub wyciągnięte soczewki; wykazują one faliste wygaszanie światła. Łyszczyki, głównie reprezentowane przez muskowit, nie budują regularnych warstewek, lecz ukazują się w pojedynczych blaszkach.

Ponad łupkami kwarcytowymi, najczęściej leżącymi w stropie łupków łyszczykowych, występują łupki dwułyszczykowe, szczególnie dobrze rozwinięte w Lądku Zdroju, zwłaszcza w dolinie Białej Łądeckiej i na Górze Trzykrzyskiej. Skały te odznaczają się ciemną barwą, są drobnoziarniste, cienkowarstwowe, o jednolitym składzie mineralnym, ograniczającym się do kwarcu, skalenia i łyszczyków. Kwarc zjawia się w drobnych, wydłużonych kierunkowo agregatach. Zwykle są one poroździelane łuseczkami muskowitu i postrzępionymi blaszkami biotyту. Skaleń jest przypuszczalnie czystym albitem. Tworzy on w skale silnie zgrubiałe warstewki otulone łuseczkami biotyту, który ilościowo przeważa nad muskowitem. Blaszkę jego są postrzępione i powyginane oraz odznaczają się silnym pleochroizmem.

Niewielkie wtrącenia i wkładki łupków łyszczykowych z granatem są częste w Lutyni i Kolonii Ulęże. Łupki te wykazują znamiona daleko posuniętych deformacji, a zjawiające się w nich liczne krystaloblasty granatów są silnie spękane; obrasta je wtórny biotyt i chloryt (penin). Niektóre odmiany łupków łyszczykowych skupiających się w rejonie Łądka Zdroju i Lutyni zawierają nadto większe soczewy i pakiety białawych wapieni krystalicznych (marmurów) i amfibolitów. Wykazują one, tak jak cały zespół łupków łyszczykowych, silne zróżnicowanie litologiczne. Szczególnie silnie są zróżnicowane łupki amfibolitowe i amfibolity. Jedne z nich towarzyszą wapieniom, inne znów występują niezależnie od nich. W przestudiowanym dotąd materiale spotkałem się z odmianami wyraźnie złupkowanymi i masywnymi, gruboziarnistymi obfitującymi w hornblendę i plagioklaz.

ZESPOŁ GNEJSÓW GIERAŁTOWSKICH

Pod pojęciem gnejsów gierałtowskich rozumie się zespół skał powstałych w wyniku metasomatozy granityzacyjnej serii strońskiej (zespołu łupków łyszczykowych) w okresie prekambryjskiego cyklu orogenicznego (K. Smulikowski, 1957, 1960; W. Smulikowski, 1959; J. Oberc, 1958; J. Gierwielaniec, 1959; H. Teisseyre, 1957 *a, b*, 1964).

Na terenie Łądka-Śnieżnika w obrębie zespołu gnejsów gierałtowskich można wyróżnić: 1 — gnejsy plagioklazowe zmikroklinizowane oraz migmatyty, 2 — gnejsy oligoklazowo-mikroklinowe z obfitym biotytem, 3 — gnejsy kwarcowo-oligoklazowe ubogie w biotyt. Gnejsy te są często spotykane na terenie Łądka Zdroju, ich bliższą charakterystykę petrograficzną podają: K. Smulikowski (1957, 1960), J. Don (1963, 1964) i J. Gierwielaniec (1959, 1960).

ZESPOŁ GNEJSÓW ŚNIEŻNICKICH

Podobnie jak zespół gnejsów gierałtowskich, tak i gnejsy śnieżnickie charakteryzują się zmiennym wykształceniem litologicznym (K. Smulikowski 1957, 1960). Powstały one na drodze ewolucji granityzacyjnej w czasie tego samego cyklu przeobrażeń co gnejsy gierałtowskie. Część z nich (wg K. Smulikowskiego, 1957) powstała w wyniku pegmatyzacji gnejsów gierałtowskich, część zaś na drodze granityzacji. Jednakże granityzacja ta nie doprowadziła do rozwoju magmy palingenetycznej. Skały te, ze względu na ich różnorakie wykształcenie petrograficzne, mają bardzo zmienny wygląd — od gnejsów drobnoczkowych do gruboczkowych. W rejonie Łądka Zdroju przeważają odmiany drobnoczkowe, do złudzenia przypominające gnejsy gierałtowskie.

*

Poza wyżej opisanymi zespołami skalnymi na terenie Łądka Zdroju występują gnejsy mylonityczne, powstałe z gnejsów gierałtowskich i śnieżnickich oraz mylonity, a także żyły lamprofiru tnące niezgodnie starokrystaliczne struktury. Ze skał wulkanicznych wieku trzeciorzędowego znane są bazalty. Występują one w Łądku Zdroju i Lutyni. Ponadto omawiany teren przykryty jest osadami czwartorzędu. Są to gliny stokowe, żwiry i piaski tarasowe.

Na temat następstwa stratygraficznego opisanych zespołów skalnych wypowiadało się wielu autorów (ostatnio E. Bederke, 1956, 1962; J. Oberc, 1958, 1960; H. Teisseyre, 1957 *a, b*, 1964) uważając je za prekambryjskie, natomiast charakterystyka tektoniczna omawianej jednostki przez dłuższy czas nie była znana. Pierwszy opis tektoniczny tego terenu podali H. Cloos i G. Fischer. Ostatnio badaniami strukturalnymi tego rejonu zajęli się H. Teisseyre (1957, 1964), J. Oberc (1958), J. Don (1963, 1964), J. Gierwielaniec (1960) i L. Kasza (1964). Na podstawie prac wyżej wymienionych autorów na terenie Łądka Zdroju można wyróżnić dwa elementy antyklinoriałne i jeden synklinoriałny. Są to: antyklinorium Gierałtowa i antyklinorium Radochowa oddzielone od siebie synklinorium Łądka (synklina Łądek—Travna wg J. Skácel, S. Vošyka, 1959).

Największym elementem tektonicznym tego rejonu jest antyklinorium Gierałtowa. Północno-zachodnia jego część, zawarta pomiędzy miejsco-

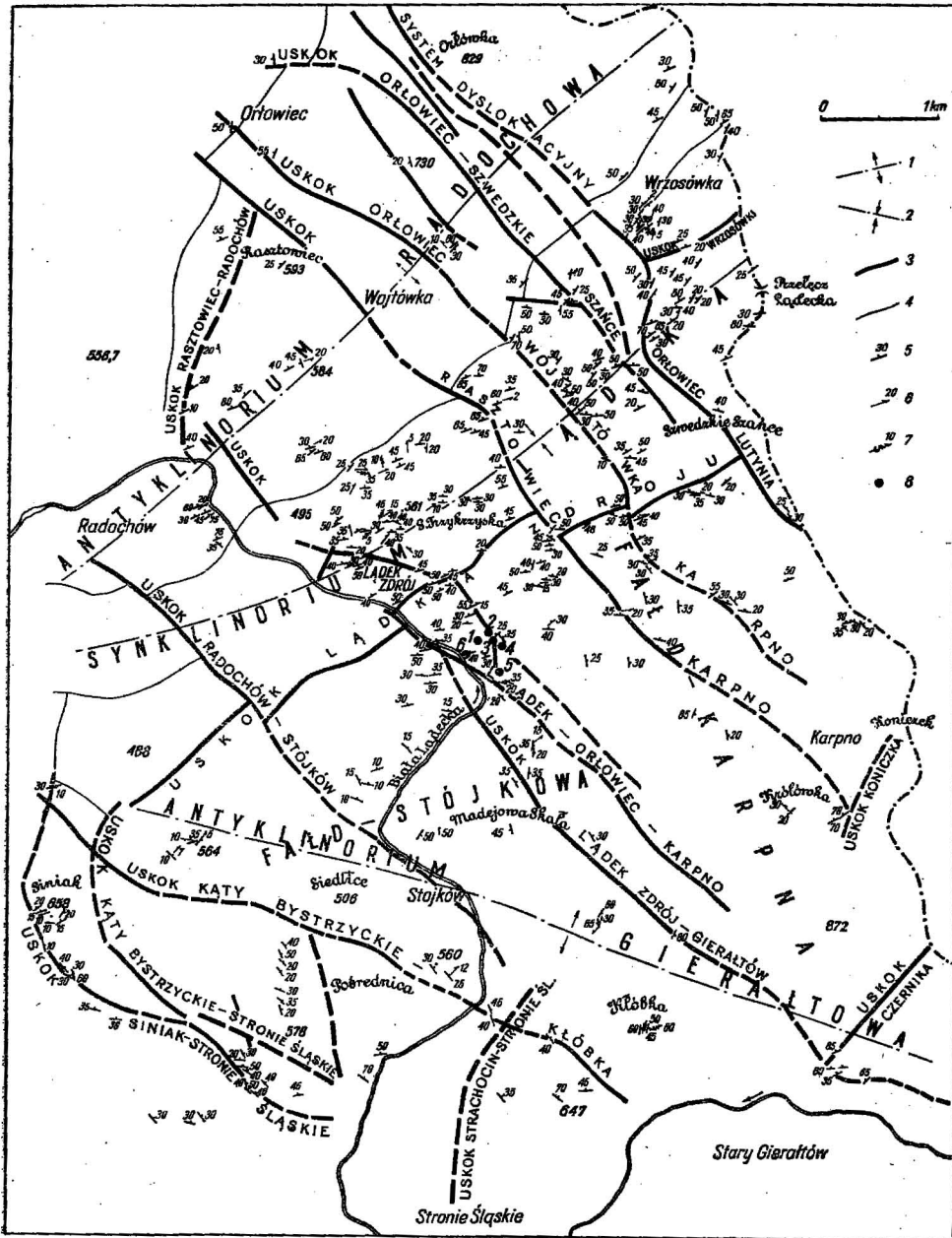


Fig. 1. Szkic tektoniczny okolic Łądka Zdroju
Tectonical sketch of the vicinity of Łądek Zdrój

- 1 — oś antyklinorium; 2 — oś synklinorium; 3 — uskoki; 4 — granice wydzieleń;
5 — foliacje; 6 — lineacje; (zmarszczkowanie, linię wciągnięcie ziarna); 7 — osie faldów ciągnionych; 8 — źródła mineralne
- 1 — axis of anticlinorium, 2 — axis of synclinorium, 3 — faults, 4 — boundaries of geological formations, 5 — foliations, 6 — lineations (plications, linear elongation of grains), 7 — axes of drag folds, 8 — mineral springs

wością Łądek Zdrój a Karpnem, została po raz pierwszy w 1942 r. określona przez G. Fischer jako elewacja Karpna. W stosunku do dawniej wypowiedzianych zapatrywań nowe badania autora przyniosły szereg uzupełnień. W zasadzie rozszerzyły one granicę antyklinorium Gierałtowa po linię Stojków—Kąty Bystrzyckie (fig. 1). Antyklinorium Gierałtowa przedstawia obraz najgłębiej odsłoniętego podłoża, w którego jądrze pojawiają się granulity i gnejsy migmatyczne. Podkreślają to w znacznym stopniu drobne struktury, głównie lineacja. Wykazuje ona stały azymut $10-65^\circ$ przy nachyleniu od 10 do 35° . Obserwuje się również lineację o azymucie $335-350^\circ$, przy upadzie $15-35^\circ$.

Śród elementów strukturalnych metamorfiku Łądko-Śnieżnika bodajże najmniejszym elementem jest antyklinorium Radochowa. W zasadzie można je śledzić od najwyższych kulminacji Gór Złotych (Góra Borówkowa, 899,5 m n.p.m.) po linię Radochów — Trzebieszowice na SW. Indywidualność tektoniczna tej jednostki daje się najwyraźniej zaobserwować w okolicach Orłowca. W sensie strukturalnym antyklinorium Radochowa przedstawia element słabo przełażdowany, którego część zewnętrzną tworzy szeroka (do 240 m) strefa mylonitów i łupków blastomylonitycznych. Ogólną właściwością antyklinorium Radochowa jest to, że jego oś tektoniczna obniża się ku południowemu zachodowi, tj. od najwyższych wypiętrzeń w okolicy Wrzosówki po linię Radochów — Trzebieszowice. Poza tym częstym typem zaburzeń tektonicznych jest lineacja. Wiąże się ona głównie z liniowym wyciągnięciem agregatów mineralnych. Dominuje tu lineacja o kierunku $20-50^\circ$ i nachyleniu 30° .

Jak już wspomniano, w budowie geologicznej okolic Łądko Zdroju bierze udział także synklinorium Łądko oraz peryferyczna (wschodnia) część synklinorium Orłowca.

Tektoniczny styl synklinorium Łądko przejawia się, obok znacznego przełażdowania skrzydeł, które leżą na gnejsie śnieżnickim, w odkłuciu zespołu łupków łyszczkowych od zespołu gnejsów gierałtowskich. Odkłucie to powoduje różny stopień sztywności skał oraz zróżnicowane przewodnictwo nacisków orogenicznych. Synklinorium Łądko jako forma złożona pogłębia się i rozszerza ku południowemu zachodowi, a następnie łączy się z synklinorium Orłowca, tworząc jedną strefę, na co zwrócił już uwagę J. Don (1963, 1964). Spłylenie synklinorium Łądko w okolicach Lutyni i Wrzosówki związane jest z wtórnym zafałdowaniem (tzw. synklinorialna budowa wachlarzowa).

W rejonie Łądko Zdroju obserwuje się szereg uskoków. Z reguły zachowują one kierunek NW—SE i są prostopadłe do głównych jednostek tektonicznych. Sieć tych uskoków zagęszcza się przede wszystkim na terenie Łądko Zdroju i Wrzosówki (odległość między uskokiemi waha się od 200 do 400 m). Są to najczęściej uskoki o kierunku $310-330^\circ$ i $270-280^\circ$, przy czym uskoki o kierunku $310-350^\circ$ są uskokiemi typu schodowego, obniżającymi budowę ku północnemu wschodowi.

Na podstawie dotychczasowych materiałów geologicznych należy przyjąć, iż styl tektoniczny północno-wschodniej części metamorfiku Łądko-Śnieżnika uwidocznia się w budowie fałdów wchodzących w skład jednostek wyższego rzędu. Na ogół są to fałdy o stosunkowo dużym kącie nachylenia ($30-50^\circ$), których formowanie wiąże się zazwyczaj z orogenezą przedkaledońską (J. Oberc, 1958; H. Teisseyre, 1964), ostateczne

Wyniki analiz wód okolic Łąka Źródła (wartości wyrażone w mg/l)

Źródło	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Na ⁺ +K ⁺	5	12	7	6	4	3	4	5	13	7	6	10	17	4	12
Ca ⁺⁺	5	5	4	3	10	3	7	20	13	17	8	10	—	8	3
Mg ⁺⁺	3	6	2	5	4	5	4	3	4	4	3	6	5	2	6
U+6	6×10 ⁻⁶ g	—	7,5×10 ⁻⁷ g	—	—	—	—	—	2,25×10 ⁻⁶ g	—	2,25×10 ⁻⁶ g	—	7,5×10 ⁻⁷ g	—	—
Ra ⁺⁺	10×10 ⁻¹² g	10×10 ⁻¹² g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	>5×10 ⁻¹² g
Fe ⁺⁺	2>	2>	2>	2>	2>	2>	2>	2>	2>	2>	2>	2>	2>	2>	2
Fe ⁺⁺⁺	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,0	0,3	0,3	0,8
SO ₄ [']	10	22	29	9	19	10	9	28	19	8	18	—	28	9	29
Cl [']	14	14	6	8	8	6	11	11	6	6	14	42	17	3	20
HCO ₃ [']	5	24	20	23	19	10	19	33	59	73	10	—	5	15	—
Suma	42	83	68	54	64	34	54	100	114	115	59	74	72	41	70
pH	>5,5	>5,5	>5,5	>5,5	>5,5	>5,5	>5,5	>5,5	6,5	6,5	5,5	>5,5	>5,5	6,3	>5,5

Objaśnienia: 1 – źródło ze strefy mylonitycznej we Wrzosówce; 2 – źródło ze strefy mylonitycznej w Kątach Bystrzyckich; 3 – źródło w Nowym Gieraltowie; 4 – źródło wypływające z leja źródłowego; 5 – źródło wypływające ze wschodnich stoków Klóbkki; 6 – źródło w Nowym Gieraltowie; 7 – źródło wypływające ze źwi-ów tarasowych Czerwonego Potoka; 8 – wyciek wodny z osadów holocenicznych Czerwonego Potoka; 9 – źródło wypływające z granulitów w Starym Gieraltowie; 10 – źródło ze strefy mylonitycznej w pobliżu Radochowa; 11 i 12 – źródła wypływające z nánosów Potoku Grodzkiego; 13 – źródło w Orłowcu (koło kościoła); 14 – źródło wypływające w pobliżu wsi Radochów; 15 – ujęcie wód rumoszewych w Strachocinie (koło st. kol. Stronie Śląskie).

Tabela 2

Zestawienia analiz chemicznych wody ze źródeł Dąbrówka, Chrobry, Wojciech, Curie-Skłodowska, Jerzy (wartości wyrażone w mg/l)

Źródło	Dąbrówka			Chrobry			Wojciech			Curie-Skłodowska		Jerzy		
	1909	1938	1957	1909	1938	1957	1909	1938	1957	1909	1938	1909	1938	1957
Li [']			0,05			0,08			0,08					0,16
Na [']	49,67	45,54	44,65	50,98	46,99	49,400	45,97	45,58	47,83	45,98	41,99	42,91	41,63	42,289
K [']	1,29	0,569	0,79	1,307	1,501	1,07	0,981	1,468	0,918	1,145	1,417	1,21	0,563	0,73
Ca ⁺⁺	4,329	5,862	6,30	4,058	5,312	4,60	4,098	6,055	6,00	5,622	5,662	5,079	6,595	6,00
Mg ⁺⁺	0,440	0,219	0,29	0,466	0,2126	0,64	0,275	0,3238	0,29	0,288	0,2356	0,444	0,331	0,57
Ba ⁺⁺	—	—	0,01	—	—	0,008	—	—	0,020	—	NH ₄ 0 425	—	—	0,005
Sr ⁺⁺	—	—	0,01	—	—	0,014	—	—	0,020	—	—	—	—	0,011
Fe ⁺⁺ +Fe ⁺⁺⁺	0,365	0,291	0,08	0,358	0,3094	0,13	0,512	0,1693	0,26	0,657	0,1002	0,562	0,296	0,08
Al ⁺⁺⁺	—	—	0,025	—	—	0,05	—	—	0,20	—	—	—	—	0,20
Cu ⁺⁺	—	—	0,02	—	—	0,012	—	—	—	—	—	—	—	0,003
Cl [']	5,709	5,261	7,10	6,103	5,429	7,80	5,850	5,517	7,44	6,196	8,138	5,515	4,780	6,4
F [']	—	—	10,00	—	—	11,00	—	—	10,50	—	—	—	—	9,0
SO ₄ [']	22,74	22,27	24,40	24,97	23,62	23,00	24,38	23,77	25,00	2,290	16,40	19,90	19,65	20,70
OH [']	—	—	—	9,381	—	—	6,981	11,19	—	7,569	7,499	7,815	7,573	—
HS [']	2,021	1,076	1,95	2,779	1,155	1,87	2,923	1,339	1,78	2,572	—	2,499	1,797	1,78
HCO ₃ [']	40,98	11,74	56,258	30,16	27,86	68,64	33,06	23,19	50,09	32,96	32,73	31,29	33,14	47,58
CO	20,51	14,41	5,400	20,45	19,80	—	16,69	18,76	9,00	17,88	17,74	17,67	18,13	10,20
H ₂ SiO ₃	68,17	63,02	53,82	58,65	64,02	69,16	59,00	53,98	50,44	60,42	55,47	47,78	48,50	53,82
N ₂	25,76	—	—	24,46	—	—	24,48	—	—	24,48	—	24,95	—	—
CH ₄	0,20	—	—	—	—	—	—	—	—	1,25	—	—	—	—

Zestawienie pomiarów temperatury, wydajności, radioaktywności i zawartości H₂S ze źródeł Łąka Zdroju za okres 1863—1957 r.

DĄBRÓWKA

Rok	1863	1893	1894	1901	1906	1907	1908	1938	1943	1946	1948	1949	1951	1953	1956	1957
Temperatura	20,0°	—	—	16,0°	—	—	19,5°	19,7°	19,1°	10,0°	20,0°	19,7°	19,9°	—	20,6°	—
Wydajność w l/min	—	14	14	18	11	—	12	11	—	—	—	—	—	—	20,3	—
Rn	—	—	—	—	—	4,7 19,4 J.M.	—	8,6	11,1	11,07	11,01 4 nC 3,10	8,19 2,98nC 4,16	7,12	2,63	—	—
H ₂ S	1,94	—	—	—	—	—	2,02	1,07	2,18	—	—	—	3,16	1,94	2,72	2,81
pH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,15	8,49	6,46	—	—	—	—
Przewodnictwo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,00019	—	—	—	—	—

CHROBRY

Rok	1863	1893	1894	1901	1906	1907	1908	1938	1943	1946	1948	1949	1951	1953	1956	1957
Temperatura	27,0°	—	—	26,0°	—	—	27,10°	26,3°	26,0°	24,8°	26,9;	26,8°	26,8°	26,8°	26,8°	—
Wydajność w l/min	—	—	42	43	42	—	42	27,7	—	—	—	—	—	—	—	—
Rn	—	—	—	—	—	53,8	—	7,0	5,7	3,46	9,75	2,73	3,56	3,5	—	—
H ₂ S	1,97	—	—	—	—	—	2,75	1,15	1,66	2,72	2,93	4,02	2,85	2,35	3,05	3,94
pH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,18	8,45	—	—	—	—	—
Przewodnictwo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,000202	—	—	—	—	—

WOJCIECH

Rok	1863	1893	1894	1901	1906	1907	1908	1938	1943	1946	1948	1949	1951	1953	1956	1957
Temperatura	28,5°	—	—	28,0°	—	—	29,6°	29,2°	28,6°	27,2°	28,3°	28,0°	28,5°	28,1°	28,5°	—
Wydajność w l/min	—	152	151	144	142	—	140	108,3	—	—	—	—	—	—	91,0	—
Rn	—	—	—	—	—	19,7 51,5	—	16,8	15,4	15,2	3,24 8,89	3,63 9,90	4,15 11,42	3,11	—	—
H ₂ S	1,99	—	—	—	—	—	2,92	1,34	2,18	3,18	0,81	1,53	1,10	0,23	2,07	1,41
pH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,00	8,36	—	—	—	—	—
Przewodnictwo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,000198	—	—	—	—	—

CURIE-SKŁODOWSKA

Rok	1863	1893	1894	1901	1906	1907	1908	1938	1943	1946	1948	1949	1951	1953	1956	1957
Temperatura	—	—	—	23,0	—	—	25,8	25,2	22,5	23,1	20,0	23,8	24,0	26,0	23,9	—
Wydajność w l/min	—	56	56	60,0	59	—	62	75,7	—	—	—	—	—	—	80,0	—
Rn	—	—	—	—	—	34,1 119,8	—	16,7	15,7	6,61	4,08 11,22	6,82 18,76	3,71 10,27	3,53	—	—
H ₂ S	—	—	—	—	—	—	2,57	—	—	0,30	0,83	1,53	0,68	—	0,15	0,60
Przewodnictwo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,00019	—	—	—	—	—

JERZY

Rok	1863	1893	1894	1901	1906	1907	1908	1938	1943	1944	1946	1948	1949	1951	1953	1956	1957
Temperatura	29,0	—	—	29,0	—	—	29,1	28,2	28,6	28,5	28,0	28,2	28,2	28,0	28,0	28,2	—
Wydajność w l/min	—	284	286	286	285	—	280	275	—	—	—	—	—	—	264	288	—
Rn	—	—	—	—	—	98,6	—	—	—	58nC	79,0	30,13nC 82,87	29,18nC 80,26	26,6nC	24,6nC	0,035mr/g.	—
H ₂ S	1,42	—	—	—	—	—	2,50	1,79	1,54	2,17	2,41	2,47	1,94	1,66	1,49	1,66	1,61
pH	—	—	—	—	—	—	—	—	8,34	8,10	2,97	8,10	—	—	—	—	—
Przewodnictwo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,000206	—	—	—	—	—

uformowanie natomiast przypisuje się orogenezie kaledońskiej. Bierze się również pod uwagę powstanie omawianego górotworu w postaci przeładowanej już w prekambrze (H. Teisseyre, 1956, 1957 a, b, 1964). W związku z powyższym wpływ orogenezy kaledońskiej ograniczałby się do deformacji dysjunktywnych, w ścisłym związku z orogenezą prekambrzyjską pozostawałyby natomiast drobne struktury mające azymut południkowy, z deformacjami kaledońskimi zaś — mikrostruktury o przebiegu równoleżnikowym. W tym ujęciu orogeneza warwscyjska ograniczyłaby się jedynie do katalazy, mylonityzacji i deformacji typu nieciągłego.

CHARAKTERYSTYKA HYDROGEOLOGICZNA REJONU

Występowanie wód głębszych na terenie Lądka Zdroju wiąże się z budową geologiczną podłoża, głównie z obszarami zbudowanymi z zespołu gnejsów gieraltowskich i śnieżnickich. Ogólnie rzecz biorąc na omawianym terenie można wydzielić źródła szczelinowe i uskokowe. Pierwsze koncentrują się wzdłuż większych dyslokacji. Zasadniczo są to źródła o ustabilizowanej wydajności, uzależnionej jedynie od szczelinowatości (podłoża) skał. Wody z tych źródeł są słabo zmineralizowane. Rzadziej występują źródła uskokowe (tab. 1). Wody tych źródeł prawie zawsze, z małymi tylko wyjątkami, zawierają podwyższoną ilość uranu i radu.

Lądeckie źródła wody mineralnej grupują się wzdłuż doliny Potoku Grodzkiego (między Zakładem Przyrodolecznictwem „Wojciech” a pl. Curie-Skłodowskiej) w pobliżu ujścia potoku do Białej Lądeckiej. Wyjątek stanowi Źródło Jerzy, które wypływa poza wymienioną doliną w odległości około 360 m na S od Źródła Curie-Skłodowska.

Występuje tu 6 źródeł wody leczniczej, z tego 5 jest obecnie w eksploatacji. Są to wody o temperaturze na ogół powyżej 20°C, słabo zmineralizowane, radocenne, siarczkowo-fluorkowe. Wszystkie źródła charakteryzują się niską mineralizacją, zamykającą się w granicach 180÷237 mg/l. Zawartość składników stałych w poszczególnych źródłach jest zmienna ilościowo, natomiast stała jakościowo.

Głównymi kationami są tu: K⁺, Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Fe⁺⁺, Fe⁺⁺⁺. Wśród anionów natomiast decydującą rolę odgrywa SO₄⁼⁼, CO₃⁼⁼, HCO₃['] i F[']. Najwyższą zawartość jonu siarczanowego wykazuje Źródło Dąbrówka — 22‰ miliwali, a jonu hydrowęglanowego (HCO₃[']) — Źródło Chrobry, bo aż 45‰ miliwali. Źródło Chrobry posiada również najwięcej sodu i fluoru; zawartość tych jonów wynosi: Na⁺ 86,64‰ miliwali, F['] 23,52‰ miliwali.

Z sześciu źródeł wody mineralnej Lądka Zdroju trzy leżą na jednej linii stanowiącej przedłużenie uskoku „Lądek — Orłowiec” — Karpno. Są to źródła: Chrobry, Wojciech i Curie-Skłodowska. Źródło Dąbrówka i Jerzy wybijają ze szczeliny źródłowej, zaś Źródło Stare leży poza zasięgiem tego uskoku (fig. 1).

ŹRÓDŁO DĄBRÓWKA

Jest to źródło ciepliczne, położone na wys. 448,50 m n.p.m. (20 m od kaplicy, tuż przy ul. Lipowej). Wypływa ono z gnejsów oligoklazowo-

mikroklonowych, silnie spękanych i zwiertzałych. Woda ze źródła jest klarowna, bezbarwna, o lekko siarkowodorowym zapachu. Temperatura wody w źródle wynosi 18÷20°C, przy wydajności 18÷20 litrów na minutę. Ponadto w źródle występuje obficie mikroflora: *Sphaerolilus natus*, *Beggiatoa alba*, *B. leptomitiformis* oraz czerwone niesiarkowe bakterie *Athiornodaceae*. Licznie jest także reprezentowana mikrofauna: Flagellata: *Chilodonella uncinata*, *Centropyxis ecornis*, *Paramecium caudatum*, *Paramecium* sp., *Saprophilus oviformis*, *Vorticella* sp.; Rotatoria: *Lecane fexilis*, *Philodina roseola*; Gastrotricha: *Heterolrpidoderma ocellatum*; Nematodes: *Plectus parvus*.

Ciężar właściwy wody: $0,9984 \frac{20}{4}^{\circ}\text{C}$, pH = 6,46

Radioaktywność: 2,3 — 2,63 nC

Bliższą charakterystykę chemiczną podają w tabeli 2.

ŹRÓDŁO CHROBRY

Źródło Chrobry leży na prawym brzegu potoku Grodzkiego na wysokości 449,10 m n.p.m., na terenie Parku Zdrojowego w pobliżu Zakładu Przyrodoleczniczego „Wojciech”. Wybija ono ze strefy silnie spękaną, leżącą na przedłużeniu dyslokacji „Łądek-Orłowiec” — Karpno. Strefa ta jest zbudowana z silnie przeobrażonych gnejsów oligoklazowo-mikroklonowych, partiami zmylonityzowanych. Woda ze źródła jest bezbarwna o lekko siarkowodorowym smaku i temperaturze 25÷27°C, przy wydajności ca 27÷28 litrów na minutę. W źródle dobrze jest rozwinięta siarkoflora, głównie *Thiothrix nivea*. Mikrofauna reprezentowana jest przez: Nematodes: *Monhystera filiformis*, *Diploscapter coronatus*; Crustacea: *Paracyclops fimbriatus*.

Ciężar właściwy wody: $0,9984 \frac{20}{4}^{\circ}\text{C}$, pH=8,45

Radioaktywność: 3,5 nC

ŹRÓDŁO WOJCIECH

Źródło Wojciech znajduje się w obrębie Zakładu Przyrodoleczniczego „Wojciech”. Posiada 7 wypływów, są one położone na wysokości 442,64 m n.p.m. i wybijają z silnie skliważowanych oraz zbrekcjowanych gnejsów oligoklazowo-mikroklonowych ze szczelin mających kierunki 340/80° NE i 120/90°. Woda ze źródła jest klarowna o siarkowodorowym zapachu i temperaturze 27÷29°C. Wydajność źródła 83 litry na minutę. W źródle występuje tylko mikrofauna: Protozoa: *Flagellata*, *Saprophilus oviformis*, *Verticella* sp., *Euglypha laevis*; Rotatoria: *Colurella obtusa*, *Philodina roseola*; Mollusca: *Radix pereger*; Crustacea: *Eucyclops serrulatus*.

Ciężar właściwy wody: $0,9984 \frac{20}{4}^{\circ}\text{C}$, pH=8,36

Radioaktywność: 3,15—6,70 nC

Zawartość radu: $Ra=7 \times 10^{-12}$ g/l wody

ŹRÓDŁO CURIE-SKŁODOWSKA

Źródło to leży poza obrębem Zakładu Przyrodoleczniczego „Wojciech”, w odległości ca 70 m. Posiada 5 wypływów położonych na wysokości 448,6 m n.p.m. Wypływają one z silnie spękanych i zmylonityzowanych gnejsów oligoklazowo-mikroklinowych, ze szczelin o kierunku 320 i 350°. Woda ze źródła jest klarowna o siarkowodorowym zapachu, temperaturze 23÷25°C, przy wydajności 52 litry na minutę. W źródle tym, podobnie jak w poprzednich, dobrze jest rozwinięta mikrofauna: Protozoa: *Linetus* sp., *Vorticella* sp., *Euglypha tuberculata*, *Euglypha levis*; Nematodes: *Plectus parvus*; Crustacea: *Eucyclops serrulatus*.

Ciężar właściwy wody: $0,9984 \frac{20}{4}^{\circ}\text{C}$, pH=8,20

Radioaktywność: 3,5—9,5 nC

Zawartość radu: $\text{Ra}=5 \times 10^{-12}$ g/l wody

ŹRÓDŁO JERZY

Źródło to znajduje się w obrębie Zakładu Przyrodoleczniczego „Jerzy”. Posiada ono 8 wypływów, nie licząc drobnych wycieków. Wypływy te są położone na wysokości 449,9 m n.p.m. i wybijają ze strefy uskokowej (szczeliny źródłowej) silnie spękanej i zbrekcjowanej, częściowo wypełnionej brekcją grubookruchową, gnejssem oligoklazowo-biotytowym i spessartytem. Woda ze źródła jest bezbarwna, o lekkim zapachu siarkowodoru, temperaturze 28,9°C i wydajności 289 litrów na minutę. W źródle występuje silnie rozwinięta siarkoflora, głównie *Beggiatea alba*. Mikrofauna natomiast reprezentowana jest przez: Protozoa: *Linotus* sp., *Paramecium* sp., *Vorticella* sp., *Euglypha tuberculata*, *E. laevis*, *Centropixis ecornis*, *C. aculeata*, *C. constricta*, *Trinrma enchelys*, *Arcella arenaria*; Rotaria: *Lecane arcuata*, *L. closteroceca*, *L. flexilis*, *Philodina roseola*; Nematodes: *Monyhystera filiformis*, *Trilobus gracilis*, *Cephalobus striatus*, *Procriconema thienemanni*; Mollusca: *Radix ovata*; Crustacea: *Eucyclops serrulatus*; Apterygota: *Flossinia fimetria*, *Proisotema minuta*; Acari: *Schweibea cavernicola*, *Suctobelba trigona*, *Dartia börneri*.

Ciężar właściwy wody: $0,9984 \frac{20}{4}^{\circ}\text{C}$, pH=8,1

Radioaktywność: 24,6—37,5 nC

Zawartość radu: $\text{Ra}=5 \times 10^{-12}$ g/l wody

ŹRÓDŁO STARE

Źródło Stare jest źródłem naturalnym położonym na wysokości 437,70 m n.p.m. w pobliżu rzeki Biała Łądecka, na placu Curie-Skłodowska. Źródło wypływa z silnie spękanych gnejsów oligoklazowo-mikroklinowych, wśród których najczęstszą odmianę stanowią gnejsy drobnoziarniste. Woda ze źródła jest klarowna, o lekko siarkowodorowym zapachu, temperaturze 17,2°C i wydajności 17 litrów na minutę. W źródle rozwinięta jest dobrze mikrofauna: Protozoa: *Saprophilus evi-*

formis; Rotaria: *Philodina roseola*; Nematodes: *Trilobus gracilis*; Apterygota: *Proisotema minuta*, *Entomobrya marginata*.

Radoczynność: 0,3—4,03 nC/l

Zawartość radu: $Ra = 7 \times 10^{-12}$ g/l wody

Zawartość HS' : 1,31 mg/l wody

* * *

Z analiz chemicznych łądeckich źródeł mineralnych (tab. 2) wynika, że wody te zawierają od 0,187 g/l do 0,237 g/l składników stałych. Zawartość jonu hydrosiarczkowego wynosi 1,53÷1,95 mg/l, zaś jonu fluorokowego od 9 do 11 mg/l. Są to wody słabo zmineralizowane, ciepliczne, fluorkowo-siarczkowe, radowo-radonowe. W wodach tych działają farmakodynamicznie na organizm ludzki następujące mikroelementy: promieniotwórczość, temperatura, hydrosiarczek, fluor, kwas metakrzemowy oraz pierwiastki śladowe (tzw. nieorganiczne witaminy). Jednym z ważniejszych czynników balneoterapeutycznych jest działanie radonu, przy stosunkowo małym stężeniu jonowym wody i niezbyt wysokiej temperaturze. Ważnym czynnikiem farmakodynamicznym tutejszych wód jest hydrosiarczek. Działanie lecznicze łądeckich wód, poza biologicznym działaniem promieni alfa, powoduje jeszcze radioliza siarkowodoru, który ulega dysocjacji na wodór i wolny jon siarki (M. Szmytówna, 1957). Ważnym składnikiem jest także kwas metakrzemowy, który ma dwojaki właściwości: katalityczne (M. Dominikiewicz, 1951) i polimeryczne, mniej lub więcej wpływające na organizm. Duża zawartość fluoru (9÷11 mg/l) potęguje działanie wód, co wpływa diuretycznie na organizm (S. Borkowski, J. Gierwielaniec, 1960).

WNIOSKI

Łądeckie wody mineralne powstają przypuszczalnie w wyniku nasycenia wód pochodzenia atmosferycznego jonami HS' , F' i Ra podczas długiej wędrówki przez szczeliny sięgające nieraz daleko w głąb (podłoża). Dlatego nie reagują one prawie zupełnie na zmiany sezonowe (patrz analizy chemiczne). Dowodem tego jest stosunkowo wysoka temperatura (do 29°C) i stała wydajność nie podlegająca dużym fluktuacjom (fig. 2, tab. 3). Dalszych wskazówek o genezie łądeckich wód dostarcza ich chemizm. Dominującą rolę odgrywają tu jony Ca^{++} , HCO_3'' i H_2SiO_3 , przy niewielkiej ilości K' i zupełnie nikłej Cl' , HS' i SO_4'' . Stosunek chlorków, fluorków i siarczanów do węglanów wyraża się w poszczególnych źródłach w następujących proporcjach:

Źródło Chrobry	1:1,45 : 3 : 8
Źródło Dąbrówka	1:1,30 : 3 : 8
Źródło Jerzy	1:1,10 : 3 : 7
Źródło Wojciech	1:1,20 : 3 : 7
Źródło Curie-Skłodowska	1:1,20 : 4 : 9

Stosunek anionów w źródle Chrobry i Dąbrówka wskazuje na podobieństwo tych wód i ich wspólne pochodzenie. Podobnie proporcje układają się w źródle Jerzy i Wojciech.

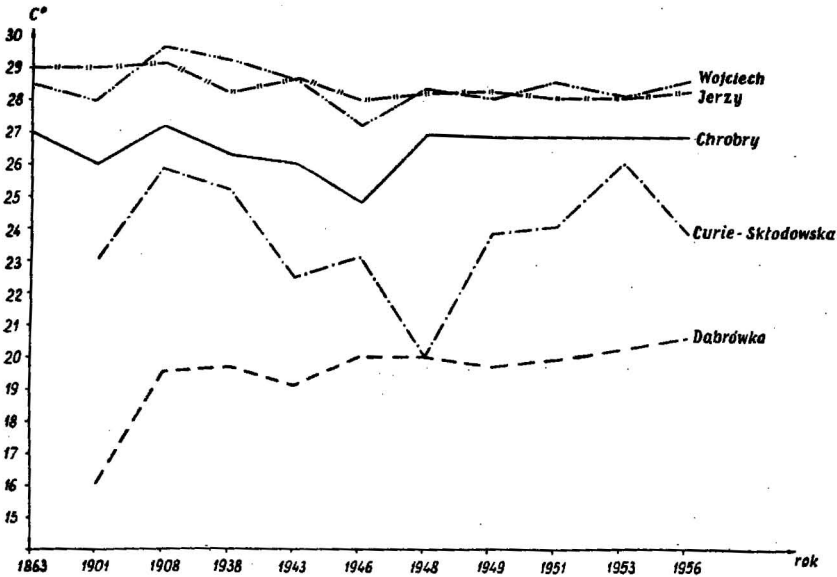


Fig. 2. Wykres temperatury wody w źródłach Łądek Zdroju za okres 1863—1956 r.
Diagram of water temperature in the springs at Łądek Zdrój from 1863 to 1956

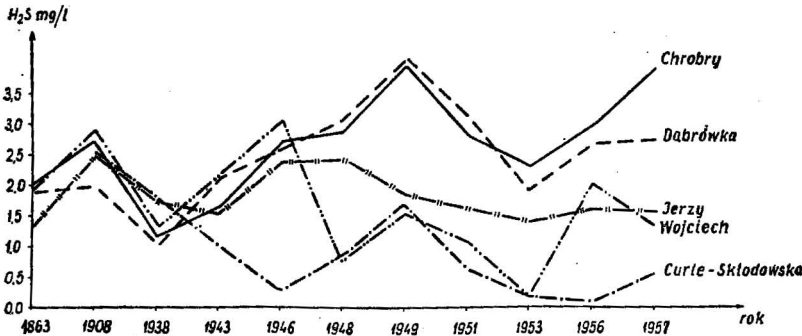


Fig. 3. Wykres zawartości H₂S w źródłach Łądek Zdroju za okres 1863—1957 r.
Diagram of H₂S contents in the springs at Łądek Zdrój from 1863 to 1957

Stała obecność jonu sodowego i potasowego, przy nikłej zawartości magnezu wynika z chemizmu tutejszych gnejsów. Obecność jonu fluorowego oraz kwasu metakrzemowego da się najłatwiej wyjaśnić rozkładającą działalnością wody ciepliczej na kwarc i fluoryt. Pochodzenie radu i radonu można wyjaśnić rozkładającą działalnością wody na związki chemiczne radu. Większe nagromadzenie tego pierwiastka w wodach z Gierałtowa jest związane z blendą uranową pojawiającą się w okolicach Zalesia (Czechosłowacja). Źródła tego typu znane są z okolic Starego Gierałtowa, zawierają one przeciętnie $15 \div 22 \times 10^{-12}$ g/l Ra. Wprawdzie

w okolicach Łądka Zdroju i Karpna nie występuje blenda uranowa i rad, lecz wybijające tu źródła leżą w strefie silnie zaburzonej tektonicznie, pociętej licznymi uskokami, podnoszącymi współczynnik wodoprzepuszczalności i szczelinowości skał gnejsowych. Właśnie tu, wzdłuż wielkiej dyslokacji, koncentrują się (na terenie Gierałtowa) wypływy źródeł radonowych i radowo-radonowych. Na terenie Łądka Zdroju źródła radowo-radonowe (Wojciech i Źródło Stare — 7×10^{-12} g/l Ra) wybijają również na przedłużeniu linii dyslokacji „Łądek-Orłowiec” — Karpno, łączącej się z dyslokacją Łądek Zdrój — Gierałtów (patrz szkic tektoniczny), prowadzącej w rejonie Gierałtowa dość dużo wody radowej. W związku z powyższym najstuszniej jest wiązać pochodzenie radu z blendą uranową pojawiającą się w Zalesiu (CSRS) oraz częściowo z lokalnym nagromadzeniem radu w szczelinach tektonicznych, oplukiwanych przez przepływające wody typu szczelinowego.

Na podstawie przytoczonych materiałów dotyczących łądeckich źródeł mineralnych można wysnuć następujące wnioski:

1. Obszar występowania wód mineralnych (lecniczych) jest związany z deformacjami typu nieciągłego oraz skomplikowaną tektoniką fałdową antyklinorium Gierałtowa.

2. Radon jest pochodzenia głębokiego i należy go uznać za potomny przejaw rozpadu uranu. Gaz ten wędrując szczelinami prowadzącymi wody atmosferyczne wydostaje się z nimi na powierzchnię w strefach zdyslokowanych.

3. Wody mineralne Łądka Zdroju są wodami meteorycznymi o dalekim zasięgu krążenia: chemizm ich uległ zmianie wskutek wędrowki w silnie szczelinowatych skałach podłoża.

4. Zasoby łądeckich wód mineralnych nie wyczerpują się, ponieważ są to wody pochodzenia atmosferycznego odnawiane przez opady.

Katedra Geologii i Petrografii
Politechniki Wrocławskiej
Wrocław, ul. Świerczewskiego 74
Nadesłano dnia 6 marca 1967 r.

PIŚMIENNICTWO

- BEDERKE E. (1956) — Das Alter des moldanubischen Grundgebirges. Geol. Rdsch., 45, p. 167—175. Leipzig.
- BEDERKE E. (1962) — Altersgliederung und Dichterverteilung im kristallinen Grundgebirge. Geol. Rdsch., 52, nr 10, p. 1—12. Stuttgart.
- BORKOWSKI S., GIERWIELANIEC J. (1960) — Źródła mineralne Łądka Zdroju i ich właściwości lecznicze. Arch. Politech. Wrocław. (maszynopis). Wrocław.
- DOMINIKIEWICZ M. (1951) — Wody mineralne Polski. Warszawa.
- DON J. (1963) — Następstwo serii infrakrustalnych w metamorfiku Śnieżnika. Acta Musei Silesiae, Seria A., XII. Opava.
- DON J. (1964) — Góry Żłote i Krowiarki jako elementy składowe metamorfiku Śnieżnika. Geologia Sudetica, 1. Warszawa.

- GIERWIELANIEC J. (1959) — Dokumentacja hydrogeologiczna łądeckich źródeł mineralnych. Arch. CZU, (maszynopis). Warszawa.
- KASZA L. (1964) — Budowa geologiczna górnego dorzecza Białej Łądeckiej. Geologia Sudetica, 1. Warszawa.
- OBERC J. (1958) — Aktualne zagadnienia geologii metamorfiku Śnieżnickiego. Prz. geol., 6, p. 289—293, nr 7. Warszawa.
- OBERC J. (1960) — Podział geologiczny Sudetów. Pr. Inst. Geol., 30, cz. II, p. 309—371. Warszawa.
- SKÁCEL J., VOSÝKA S. (1959) — Přehled geologie Rychlebských Hor. Rychlebské Hory, publ. Slezského Stud. Ústavu, 30, p. 9—45. Ostrava.
- SMULIKOWSKI K. (1957) — Petrologia, stratygrafia i tektonika metamorfiku Śnieżnika. Przew. do XXX Zjazdu PTG w Ziemi Kłodzkiej, p. 37—54. Wrocław.
- SMULIKOWSKI K. (1960) — Evolution of the granite gneisses in the Śnieżnik Mountains — East Sudetes. Raport of the Twenty First Session Norden 1960, Part XIV, Copenhagen.
- SMULIKOWSKI W. (1959) — Gnejsy Sowiej Kopy koło Stronia Śląskiego. Arch. Min., 22, nr 1. Warszawa.
- SZMYTÓWNA M. (1957) — Czynniki farmakodynamiczne wód leczniczych Łącka Zdroju. Balneologia Polska, 7, nr 84.
- TEISSEYRE H. (1956) — Kaledonidy i ich warwscyjska przebudowa. Prz. geol., 4, nr 3. Warszawa.
- TEISSEYRE H. (1957a) — Budowa geologiczna okolic Międzygórze. Przew. do XXX Zjazdu PTG w Ziemi Kłodzkiej, p. 54—72. Wrocław.
- TEISSEYRE H. (1957b) — Rozwój budowy geologicznej regionu Łącka i Śnieżnika Kłodzkiego. Przew. do XXX Zjazdu PTG w Ziemi Kłodzkiej, p. 9—13. Wrocław.
- TEISSEYRE H. (1964) — Uwagi o ewolucji strukturalnej Sudetów. Acta geol. pol., 14, nr 4. Warszawa.

Януш ГЕРВЕЛЯНЕЦ

ЛЁНДЕК ЗДРУЙ И ЕГО МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

Резюме

На основании собственных исследований и литературных данных автор дает короткую геологическую и гидрогеологическую характеристику минеральных вод Лёндка, на основании детальной геологической и гидрогеологической карты.

На исследованной территории выделена серия пород альгонского возраста (стронская серия), в пределах которой выделено три комплекса: слюдяных сланцев, гералтувских гнейсов и снежниковских гнейсов. Кроме того, дано краткое описание трех структурных элементов высшего порядка докаледонского возраста: антиклинорий Гералтува, антиклинорий Радухова и синклинорий Лёндка (фиг. 1). Окончательное их формирование связано с каледонским орогенезом, а с варисийскими деформациями связана милонитизация, катаклиз и дислокации. Далее описаны гидрогеологические условия Лёндка Здруя. Представлена гидрохимическая характеристика шести минеральных источников, а также их происхождение и лечебные свойства.

Janusz GIERWIELANIEC

ŁĄDEK ZDRÓJ AND ITS MINERAL WATERS

Summary

Based on his own studies and on literature data, the present author gives a brief geological and hydrogeological characteristic of the mineral waters found at Łądek Zdrój, supporting this with the detailed geologic and hydrogeologic maps.

In the area under consideration, the author distinguishes a rock series of Algonkian age (Strońsk series). The series is subdivided into three groups: complex of micaceous schists, Gierałtów gneisses and Śnieżnik Mt. gneisses. In addition, he gives a short description of these structural, pre-Caledonian units of higher order, i.e. the Gierałtów anticlinorium, the Radochów anticlinorium and the Łądek synclinorium (Fig. 1). The final formation of these structures is related to the Caledonian orogeny, whereas the processes of mylonitization, cataclasis and dislocations are referred to the deformations of Variscan age.

Moreover, the author describes hydrogeological conditions, which prevail in the area of Łądek Zdrój. Hydrochemical characteristic of 6 mineral springs is presented, as well as their genesis and medical properties are discussed.

TABLICA I

Fig. 4, 5, 6. Wytrącenia żelu krzemionkowego z wody mineralnej źródła „Wojciech” obfitującego w H_2SiO_3 oraz F” po trzymiesięcznej koagulacji w naczyniu o pojemności około 50 l, w temp. 18°C

Precipitations of silica gel in mineral water of the spring “Wojciech” abounding with H_2SiO_3 and F” after three-month coagulation in a vessel (50 l.), at a temperature of 18°C

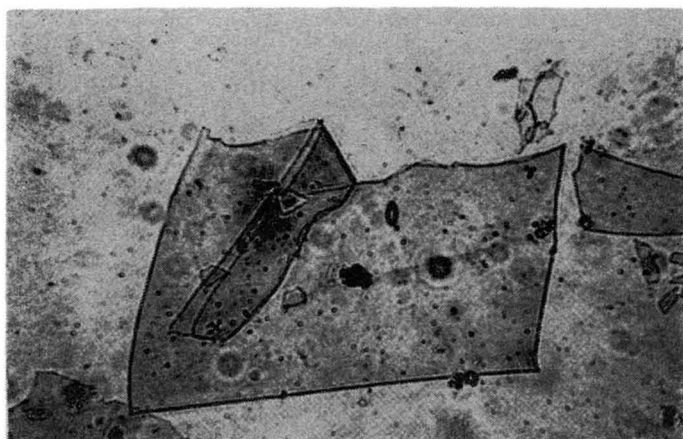


Fig. 4

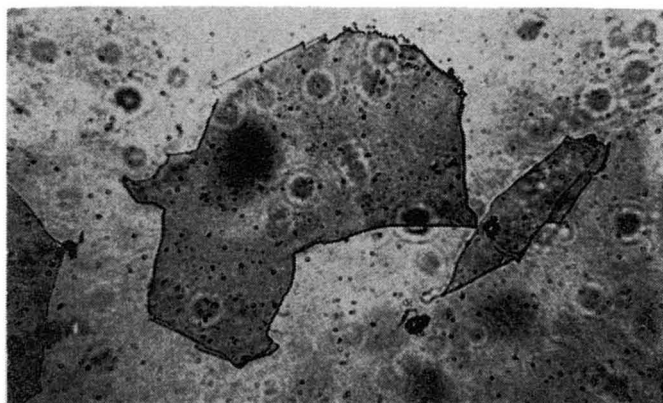


Fig. 5

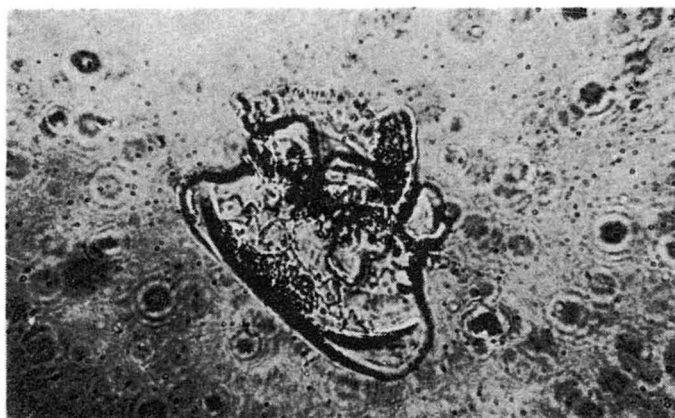


Fig. 6