

Wody mineralne i akratopegi Krakowa

Lucyna Rajchel*

Kraków został obdarowany przez naturę licznymi wodami mineralnymi i akratopegami. Pod powierzchnią ziemi spoczywają bogactwa, których wykorzystanie powinno wynagrodzić ludziom uciążliwości związane z rozwojem cywilizacji technicznej.

Wody mineralne, jako środek farmakologiczny, znane były i stosowane w Krakowie od XV w., a ich wartość nie słabnie do dzisiaj. Obecnie do celów balneologicznych są wykorzystywane wody ze Swoszowic, znane od stuleci ze swoich leczniczych właściwości, a od 1905 r. także wody siarczkowe Matecznego. Są one przydatne w leczeniu różnych schorzeń (np. reumatoidalnego zapalenie stawów, chorób zwyrodnieniowych stawów, pourazowych narządów ruchu, schorzeń skóry, przewodu pokarmowego, systemu nerwowego i zatruc przemysłowych), a także bywają stosowane w profilaktyce. Ilość zabiegów i zapotrzebowanie na lecnictwo wykorzystujące wody siarczkowe rośnie z roku na rok. Istnieje więc obiektywna konieczność rozbudowy sieci uzdrowisk opartych na naturalnych surowcach balneologicznych.

Mieszkańcom Krakowa udostępniono butelkowaną wodę mineralną Krakowianka, o bardzo cennej znacznej wartości biopierwiastków magnezu i seleniu ze złoża Mateczny. Jest ona podobna do słynnej gruzińskiej wody mineralnej Borzomi. Istnieje również możliwość zaopatrywania się w kilku punktach Krakowa w zdrową, smaczną wodę pochodzącą ze źródeł: Nadzieja, Jagielloński, Królewski, Lajkonik i Dobry Pasterz (ryc. 1).

Przedstawione opracowanie zostało wykonane w ramach badań własnych nr 10.140.78 w Katedrze Stratygrafii i Geologii Regionalnej Akademii Górniczo-Hutniczej

Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne Krakowa

Obszar Krakowa charakteryzuje się skomplikowaną budową geologiczną co wpływa na różnorodne i złożone warunki hydrogeologiczne.

Rejon Swoszowic leży na granicy dwu różnych obszarów geologicznych; w SW części są to utwory fliszowe Karpat, w NE zapadlisko przedkarpackie. Obszar położony w obrębie zapadliska leży w bezpośrednim sąsiedztwie linii tektonicznej Zawichost–Kurdwanów (Teisseire, 1920), na osi tzw. rygla krakowskiego (Ney, 1968) i tuż przed czołem nasunięcia karpackiego (Alexandrowicz, 1965).

Najstarszymi utworami widocznymi na powierzchni w kilku starych łonach, a głównie znanymi z wierceń, są górnourajskie wapienie uławiczone z licznymi konkrecjami krzemionkowymi. W odsłonięciach tych wapieni obserwuje się spękania ciosowe, oraz kopalne leje krasowe wypełnione gruzem wapiennym, gliną i piaskiem kwarcowym (Alexandrowicz, 1960).

Bezpośrednio na utworach jury górnej leży trójdzielny kompleks osadów miocenu (Alexandrowicz, 1962; Alexandrowicz i in., 1971), w obrębie których występują wody siarczkowe. Dolna ich część (warstwy skawińskie) jest wykształcona w postaci iłolupków, iłów lub łupków bardzo

słabo lub wręcz nieprzepuszczalnych. Izolują one niżej leżące wapienie jurajskie od wodonośnego poziomu, jakim jest wyżej leżąca seria gipsowo-solna. W jej skład wchodzi wapienie i margle siarkonośne, przedzielone pakietem łupków zawierających gips i anhydryt. Ku południowi seria ta przechodzi w utwory klastyczne (Garlicki, 1964a, b). Ważną cechą serii ewaporatowej są spękania w marglach i łupkach, wypełnione siarką, gipsem lub anhydrytem. Występują tu również szczeliny otwarte. System szczelin i kawern powoduje, że właśnie seria gipsowo-solna jest mioceńskim poziomem wodonośnym, z którego wypływają znane źródła: Głównie i Napoleon.

W spagu serii ewaporatów występują również osady klastyczne: zlepieńce, piaskowce, piaski i iłolupki silnie zapiaśnione, którym przypisuje się ważną rolę w genezie siarki (Garlicki, 1964b). Z hydrogeologicznego punktu widzenia osady klastyczne stanowią dodatkowe, dogodnie drogi przepływu wód podziemnych nasycających się siarczanem wapnia i siarkowodorem (Kleczkowski & Mysza, 1989; Macioszczyk, 1987).

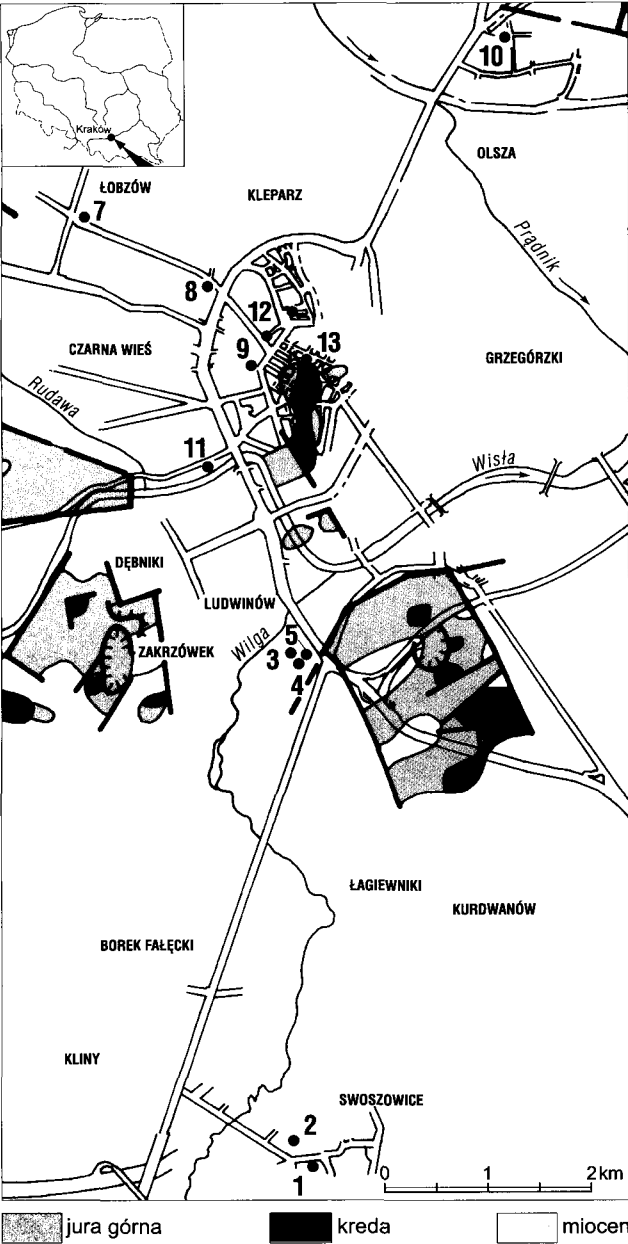
Wodonośna seria ewaporatowa jest przykryta warstwami chodenickimi, w których przeważają osady ilaste, zasadniczo nieprzepuszczalne. Dzięki izolującemu poziomowi tych warstw, oraz układowi strukturalnemu, woda serii gipsowo-solnej ma zwierciadło napięte, o charakterze artezyjskim.

Osady czwartorzędowe Swoszowic to plejstoceny żwiru, gliny i piaski, oraz holoceny osady dolin rzecznych mułki, piaski i torfy.

Geologia obszaru Matecznego jest związana z budową zapadliska przedkarpackiego. W rejonie tym wypełnione jest ono osadami miocenu (Alexandrowicz, 1964), a jego podłoże ma zróżnicowaną strukturę i jest poprzecinane licznymi uskokami tworzącymi wiele zrębów i rowów tektonicznych (Bogacz, 1967; Alexandrowicz, 1969; Felisiak, 1988, 1992). Złoże Mateczny leży u podnóża zrębu Krzemionek, w lokalnym obniżeniu wchodzącym w skład rowu tektonicznego o kierunku NW–SE i jest ograniczone od wschodu zrębem Podgórze i Bonarki, a od zachodu zrębem Zakrzówka.

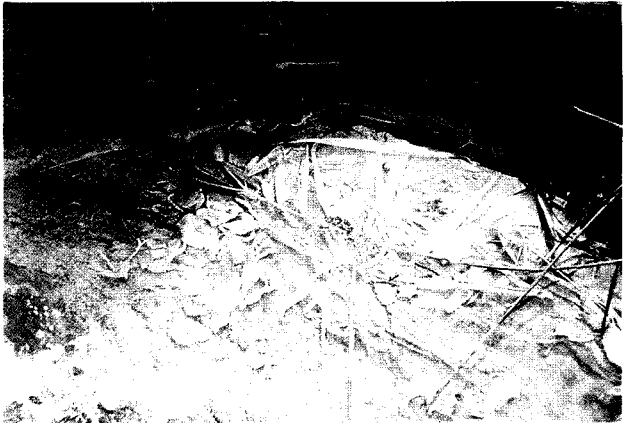
Najstarszymi osadami odstawianymi się na powierzchni w rejonie Matecznego są spękanie, skaliste wapienie uławiczone jury górnej, z licznymi konkrecjami krzemionkowymi. W kompleksie tych wapieni zostały wytworzone leje krasowe, kanały, jaskinie, studnie i szczeliny wypełnione osadami różnego wieku. Znajdują się tutaj studnie o średnicy kilku metrów i głębokość kilkunastu metrów, z którymi komunikują się poziome rozmycia i kanały. Kieszenie krasowe są wypełnione piaskami, iłami, oraz ostrokrawędzistymi blokami wapieni jurajskich, margli senońskich i wapieni turońskich (Józefko & Radwan, 1984; Radwan & Węclawik, 1987). Formy krasowe i ich wypełnienia są starsze od zaburzeń tektonicznych, w wyniku których powstały zręby i rowy. Utworom tym przypisuje się wiek paleogeneński, wiążąc ich genezę z procesami intensywnego niszczenia pokrywy utworów kredowych (Gradziński, 1962; Bogacz, 1974). Według Felisiaka (1992) poziom wodonośny jest związany z paleodoliną krasową wypełnioną osadami wieku oligoceno-dolnomiocenickimi.

* Katedra Stratygrafii i Geologii Regionalnej, Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków



←

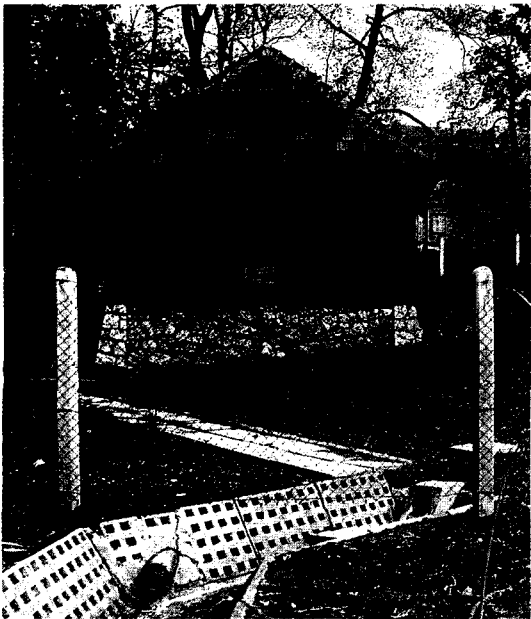
Ryc. 1. Ujęcia i źródła na tle budowy geologicznej (wg Gradzińskiego i in., 1994) i planu Krakowa. Ujęcie: 1— Głównie, 2 — Napoleon, 3 — M-4, 4 — M-3, 5 — GEO-2A, 7 — Nadzieja, 8 — Królewski, 9 — Jagielloński, 10 — Dobry Pasterz, 11 — Lajkonik, 12 — odwiert na Placu Biskupim, 13 — źródło na Rynku Głównym



Ryc. 3. Kolonie bakterii siarkowych na drodze odpływu wody ze źródła Głównego w Swoszowicach



Ryc. 4. Źródło Napoleon w Swoszowicach



Ryc. 5. Ujęcie Geo-2A na Matecznym

←

Ryc. 2. Obudowa źródła Głównego w Swoszowicach

Od poziomu wodonośnego czwartorzędowych piasków i żwirów złożę wód mineralnych jest oddzielone wapieniami marglistymi i ilami mioceniowymi wieku badeńskiego. Wody mineralne mają więc charakter naporowy, co wynika również z wspomnianego wyżej układu tektonicznego (Pazdro, 1983).

Występowanie wód Matecznego jest związane z głębokimi kieszeniami krasowymi w wapieniach jurajskich, wypełnionymi drobnoziarnistymi piaskami paleogeńskimi (oligocen), oraz utworami karpata morskiego i lądowego, wykształconego w postaci wapieni, margli, wapieni ostrygowych, piasków z gniazdam i laminami gipsów i anhydrytów (Bogacz, 1974; Kleczkowski & Myska, 1989). Mioceniowe utwory lądowe odpowiadają warstwowi kłodnickim (Alexandrowicz, 1969). Wody lecznicze w otworze Geo-2A i M-4 występują w utworach karpata, w strefach gdzie są one spękane i zawierają mniej substancji ilastej. Prawdopodobnie źródłem mineralizacji wód Matecznego są powstałe, w warunkach sebhya, magnezowe cementy kalcytowe utworów karpata (Chowaniec & Felisiak, 1995). Tego typu wody w zapadlisku przedkarpackim są związane wyłącznie z warstwami kłodnickimi (Alexandrowicz & Kleczkowski, 1970). W podobnej sytuacji geologicznej występują wody mineralne w okolicach Kędzierzyna (Alexandrowicz & Kleczkowski, 1970), w Krzeszowicach (Bogacz & Seredyn, 1970) i dolinie Białuchy (Kleczkowski, 1967).

We wszystkich otworach Matecznego stwierdzono dwa poziomy wodonośne. Górny jest związany z utworami czwartorzędowymi i ma wodę słodką, a dolny wodę mineralną typu artezyskiego.

Wody mineralne Matecznego są najprawdopodobniej wodami powstałymi w wyniku mieszania się dwu odmiennych typów wód głębszego podłoża: chlorkowych — obserwowanych w licznych wierceniach w obrębie samego Krakowa, jak i jego najbliższych peryferii (Kleczkowski, 1967) i wód siarczkowych (Bielecka, 1961; Bogacz, 1974; Kleczkowski, 1967).

Wody mineralne i akrotapegi

1. Rejon Swoszowice

Źródło Główne — znajduje się na terenie parku zdrojowego w Swoszowicach, na NW od budynku zabiegowego w miejscu, gdzie powierzchnia terenu wyraźnie opada ku dolinie rzeki Wilgi. Jest to obudowana blokami piaskowca szydlowieckiego artezyska studnia szybowa o głęb. 10,2 m, przykryta drewnianym budynkiem stojącym na kamiennym podmurowaniu (ryc. 2). Mineralizacja wynosi $2,64 \text{ g/dm}^3$ i w swym składzie zawiera: $46,8 \text{ mg Na}^+$; $8,5 \text{ mg K}^+$; 547 mg Ca^{2+} ; 92 mg Mg^{2+} ; $5,9 \text{ mg Sr}^{2+}$; 62 mg Cl^- ; $564,4 \text{ HCO}_3^-$; $1277,8 \text{ mg SO}_4^{2-}$. Jest to woda mineralna, a jej charakter chemiczny jest siarczanowo-wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowy, siarczkowy (Dowgiałło i in., 1969). Zawartość siarkowodoru $62,8 \text{ mg/dm}^3$ (tab. 1). Zakład kąpielowy jest zasilany w wodę mineralną tylko z tego ujęcia.

Źródło Napoleon — znajduje się na północ od źródła Głównego, za drogą asfaltową Swoszowice—Kraków, w dnie piaszczystego jaru (ryc. 4). Źródło jest naturalnym wypływem wody siarczkowej i jest położone w miejscu dawnego wylotu zawałonej sztolni (z lat 1809–1912). Wypływ jest ujęty kręgiem betonowym, częściowo zasypnym ziemią, z pod którego wypływa woda wąskim ciekim do Wilgi. Jest to woda mineralna siarczanowo-wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowa, siarczkowa o zawartości siarkowodoru $61,1 \text{ g/dm}^3$ i mineralizacji $2,55 \text{ g/dm}^3$ (tab. 1). Woda ze źródła Napoleon nie jest wykorzystywana.

Występujące w Swoszowicach wody mineralne dorów-

nują wodom słynnych słowackich Piešťan i przewyższają swymi walorami leczniczymi wiele wód z krajowych uzdrowisk.

W latach 1952–1954 wykonano w rejonie Swoszowice kilka wierceń poszukiwawczych za siarką. W czasie prac wiertniczych w otworze Swoszowice XI i Lusina 6 napotkano wody mineralne (Alexandrowicz i in., 1971).

Odwierć Swoszowice XI — o głęb. 90 m jest usytuowany w odległości ok. 1500 m na S od centrum uzdrowiska, na lewym brzegu rzeki Wilgi (na gruncie Tomasza Dubiela). Z otworu nastąpił samowypływ wody mineralnej, którą pobrano do analizy z głęb. 79 m. Typ chemiczny wody jest chlorkowo-sodowo-wapniowy, siarczkowy, a mineralizacja wynosi 47 g/dm^3 (jest to solanka, siarczkowa).

Odwierć Lusina 6 — o głęb. 50 m, jest zlokalizowany we wsi Lusina, na brzegu potoku Krzywica (południowy dopływ Wilgi), ok. 3 km od centrum uzdrowiska. Z wiercenia otrzymano samowypływ wody mineralnej. Jest to woda o mineralizacji $1,3 \text{ g/dm}^3$ wodorowęglanowo-magnezowo-wapniowo-sodowa, siarczkowa, jodkowa, która w swym składzie chemicznym zawiera jod w ilości $1,16 \text{ mg/dm}^3$, a pod względem zawartości siarkowodoru 101 mg/dm^3 znajduje się na czwartym miejscu w porównaniu z wodami siarczkowymi ważniejszych uzdrowisk europejskich (Macesta, Weisse, Harrogate). Charakterystyczną cechą tej wody jest duża ilość siarkowodoru oraz obecność jodu.

2. Rejon Matecznego

Otwór M-4 — ma głęb. 36 m. Znajduje się w NE części parceli Matecznego, od strony ul. Zakopiańskiej. Analizy chemiczne wykonywane od wielu lat zwracają uwagę na stałość składu chemicznego oraz dużą zawartość (w 1 dm^3 wody): magnezu $129,76 \text{ mg}$; strontu $4,55 \text{ mg}$; bromu $1,33 \text{ mg}$ i boru $3,9 \text{ mg}$. Wodę z tego otworu należy scharakteryzować jako siarczanowo-chlorkowo-sodowo-wapniowo-magnezową, siarczkową, o zawartości składników stałych $2,85 \text{ g/dm}^3$ (tab. 1).

Otwór M-3 — ma głęb. 62,5 m. Znajduje się w NW części parceli Matecznego, w odległości 63 m od budynku rozlewni, 228 m od otworu Geo-2A i 224 m od otworu M-4 (ryc. 5). Skład chemiczny jest unikatowy nie tylko w skali polskich wód. W 1 dm^3 znajduje się: magnezu 189 mg ; potasu 23 mg ; strontu 5 mg ; bromu $1,1 \text{ mg}$ i boru 5 mg . Występującą wodę należy określić jako siarczanowo-chlorkowo-sodowo-wapniowo-magnezową, borową, siarczkową. Jest to woda mineralna, swoista, a jej mineralizacja wynosi $3,58 \text{ g/dm}^3$ (tab. 1). Otwór ten jest ujęciem rezerwowym.

Otwór Geo-2A — ma głęb. 37,5 m i jest zlokalizowany od strony ul. Konopnickiej, w odległości ok. 10 m od nieistniejącego otworu Geo-2, w pobliżu otworu M-4 (ryc. 5). Woda z tego ujęcia ma najmniejszą mineralizację, która wynosi $1,92 \text{ g/dm}^3$; jest to woda mineralna siarczanowo-chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowa, siarczkowa (tab. 1).

Wykonane badania hydrogeologiczne wykazały współdziałanie wszystkich trzech otworów na obszarze Matecznego.

Oprócz lecznictwa balneologicznego Zespół Uzdrowisk Krakowskich na Matecznym, od 1970 r. prowadzi również rozlewnię wód mineralnych „Krakowianka”. Butelkowana woda pochodzi z otworu M-4 i Geo-2A (w proporcjach 10% z GEO-2A, 90% z M-4). Jest ona przepuszczana przez filtry w celu usunięcia żelaza i siarkowodoru, oraz sztucznie nasycana CO_2 w ilości 4 g/dm^3 . Woda o mineralizacji $2,7 \text{ g/dm}^3$ zawiera w swym składzie: 125 mg magnezu, $5,4$ strontu, $1,2 \text{ mg}$ bromu i $3,6 \text{ mg}$ boru oraz mikroelementy litu, manganu, kadmu, fluoru i jodu (tab. 1).

Badania izotopowe wykazały, iż woda z ujęcia M-3 była zasilana w drugiej połowie ostatniego glacjału. Brak trytu oznacza

Tab. 1. Analizy fizyczno-chemiczne wód ze Swoszowic i Matecznego w mg/dm³*

Dane	Źródło Głównie	Źródło Napoleon	Odwiert M-4	Odwiert M-3	Odwiert Geo-2A	Krakowiańska
Rok	1996	1966	1996	1996	1996	1966
Temp. °C	10,2	10,1	11	10,7	10,9	17,5
pH	6,69	6,82	7,25	7,29	7,47	5,1
H ₂ S	62,8	61,1	2,2	1,27	1,21	0,0
Suma składników stałych	2635,0	2552,9	2845,09	3583,7	1921,9	2764,65
Na ⁺	46,8	72,3	462	526	417	448
K ⁺	8,5	8,9	16,0	23,3	11,2	15,4
Li ⁺	0,09	0,09	0,11	0,13	0,08	0,09
NH ₄ ⁺	1,1	1,2	2,27	3,09	2,45	0,87
Ca ²⁺	547,0	497	238,48	312,7	102,3	228,46
Mg ²⁺	92,0	97,3	129,76	189,0	54,7	125,5
Sr ²⁺	5,97	4,2	4,55	5,02	1,78	5,45
Fe ²⁺	0,01	0,005	0,26	1,13	0,7	0,17
Mn ²⁺	0,25	0,26	0,02	0,03	0,03	0,02
F ⁻	0,58	0,61	0,68	0,87	0,6	0,71
Cl ⁻	62,05	62,05	425,48	514,1	345,7	416,6
SO ₄ ²⁻	1277,8	1247,8	1212,8	1673,1	548,6	1200,4
HCO ₃ ⁻	564,4	533,9	335,6	314,3	419,5	305,1
NO ₃ ⁻	0,08	0,22	0,08	0,22	0,0	2,2
H ₂ SiO ₃	26,6	25,31	11,6	14,2	12,7	10,9
HBO ₂	1,5	1,8	3,9	5,09	3,29	3,6

* — analizy zostały wykonane w Pracowni Ochrony Wód AGH

brak domieszek wód współcześnie infiltrujących. Ujęcie M-4 ma wody młodsze od wód z ujęcia M-3, a wiek ich określono na około 10 000 lat; są one związane z końcową fazą ostatniego glacjału. Natomiast woda z otworu Geo-2A jest młodsza od wody z ujęcia M-3 i M-4 i zawiera domieszkę poniżej 10% wody współcześnie infiltrującej, z czasem dopływu ok. 20 lat (Zuber & Grabczak, 1985). Wody mineralne

Matecznego to wody tego typu, jakie występują w Karlovych Varach.

3. Rejon Śródmieścia

W ostatnich latach wykonano wiele wierceń w celu rozpoznania budowy geologicznej (Rutkowski, 1989, 1991) i warunków hydrogeologicznych Krakowa (Kleczkowski i in., 1995). Z kilkunastu otworów wiertniczych wykonanych w latach 1988–1989, dziewięć dało dokładniejszy obraz budowy geologicznej podłoża Krakowa, a tylko dwoma nawiercono zawodnione wapnienie — przy ul. Podchorążych i Kościuszki. Wyniki uzyskane z tych odwiertów umożliwiły poszukiwania kolejnych ujęć wody w utworach jurajskich. Wykonano otwory przy Parku Krakowskim (od strony ul. Królewskiej), na placu: Biskupim, Generała Sikorskiego, Wolnica, Nowy Kleparz i przy ulicy Majora. Otwory na placach: Nowy Kleparz i Wolnica, wykazały niską mineralizację i małą wydajność natomiast na Placu Biskupim nawiercono wodę mineralną. Z inicjatyw Urzędu Wojewódzkiego przekazano w użytkowanie mieszkańcom

Krakowa następujące ujęcia: Nadzieja przy ul. Podchorążych, Królewski przy ul. Królewskiej, Lajkonik przy ulicy Kościuszki, Jagielloński przy Placu Generała Sikorskiego i Dobry Pasterz przy ul. Majora (ryc. 1)

Zród Nadzieja — znajduje się przy ul. Podchorążych. Otwór o głęb. 81 m udostępnił akratopę, a jej mineralizacja wynosi 0,81 g/dm³ rozpuszczonych składników stałych. Jest to woda typu wodorowęglanowo-siarczanowo-magnezowo-wapniowo-sodowa (tab. 2).

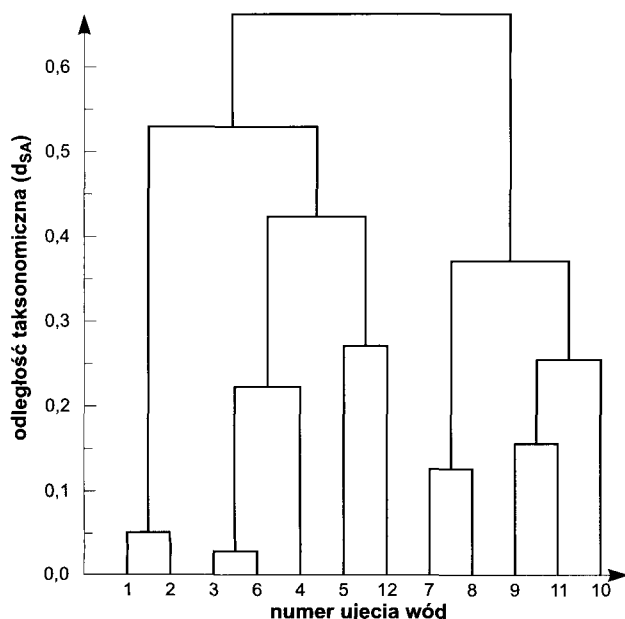
Zród Królewski — znajduje się przy Parku Krakowskim, od strony ul. Królewskiej. Głęb. odwiertu 85 m. Jest to akratopę, a jej mineralizacja wynosi 0,85 g/dm³. Jest to woda typu siarczanowo-wodorowęglanowo-magnezowo-wapniowo-sodowa (tab. 2)

Zród Lajkonik — znajduje się obok mostu Dębnickiego, przy ul. Kościuszki. Jego głęb. wynosi 83 m. Jest to woda mineralna siarczanowo-wodorowęglanowo-sodowo-magnezowa (tab. 2), jej mineralizacja wynosi 1 g/dm³.

Zród Jagielloński — znajduje się na Placu Generała Sikorskiego. Głęb. otworu 80 metrów. Jest to woda mineralna na typu siarczanowo-wodorowęglanowo-sodowa (tab. 2), a jej mineralizacja wynosi 1 g/dm³.

Zród Dobry Pasterz — znajduje się na terenie osiedla Prądnik Czerwony, pomiędzy ul. Majora i Łepkowskiego. Głębokość 100 m. Jest to woda mineralna typu siarczanowo-wodorowęglanowo-magnezowo-sodowa (tab. 2), jej mineralizacja wynosi 1,28 g/dm³.

Zawartość siarkowodoru we wszystkich źródłach jest zmienna i waha się w granicach od 0,5–1 g/dm³. Do cech pozytywnych źródeł należy czystość bakteriologiczna, brak substancji szkodliwych, azotanów i azotynów, znaczna zawartość magnezu — szczególnie w źródłach Nadzieja,



Ryc. 6. Dendrogram taksonomicznej klasyfikacji wód Krakowa. Ujęcie: 1 — Głównie, 2 — Napoleon, 3 — M-4, 4 — M-3, 5 — GEO-2A, 6 — Krakowianka, 7 — Nadzieja, 8 — Królewski, 9 — Jagielloński, 10 — Dobry Pasterz, 11 — Lajkonik, 12 — odwiert na Placu Biskupim

Królewski i Lajkonik, oraz obecność we wszystkich wodach mikroelementów: Sr, Li, B, Ba, F, Fe i Mn.

Z badań składu izotopowego wód źródeł (Motyka & Zuber, 1992; Zuber & Grabczak, 1991; Grabczak & Zuber, 1992), wynika iż należy je zaliczyć do wód glacialnych. Ich wiek około 10 000 lat wskazuje na schyłek ostatniego glacialu jako okres zasilania. Glacialny wiek wód został potwierdzony badaniami izotopów gazów szlachetnych: He i Ar (Osenbruck i in., 1993), a oznaczone paleotemperaturey wynoszą 2,7–4,6°C, są więc znacznie niższe od średniorocznej współczesnej, która wynosi ok. 7,5°C. Wyniki badań świadczą o braku podatności wód źródeł na zanieczyszczenia antropogeniczne, o słabej odnawialności i niewielkich zasobach, oraz sugerują północny kierunek zasilania.

Odwiert na Placu Biskupim o głęb. 110 m, udostępnił wodę mineralną. Mineralizacja wynosi 2,5 g/dm³ i zawiera między innymi: sodu 574 mg; potasu 19,9 mg; wapnia 110 mg; magnezu 83 mg; strontu 3,5 mg i chloru 709 mg, jest to typ chlorkowo-siarczanowo-sodowy. Istnieją plany jej ewentualnego wykorzystania, jako wody mineralnej. Wody te zostały uznane w 1994 r. jako wody o właściwościach leczniczych (tab. 2).

W granicach Krakowa są znane jeszcze inne punkty z wodą, związane z wapieniami jurajskimi. Występowanie tych wód rozpoznano wierceniami na terenie Zakładów Polfa, Dąbiu i Osiedlu Złoty Wieś (Kleczkowski i in., 1995).

Źródło na Rynku Głównym. Na Rynku Głównym Krakowa, w miejscu stojącej pseudobarokowej fontanny, w trakcie prac remontowych w 1844 r., znaleziono w piwnicy kramu, małą studzienkę napełnioną wodą (prawdopodobnie już była znana w 1806 r.). Rząd Rzeczypospolitej Krakowskiej (Marczykiewicz, 1847) polecił dokonanie analizy chemicznej tej wody profesorowi Sawiczewskiemu, który stwierdził iż woda jest solanką o mineralizacji 11 g/dm³ i zawartości w mg: NaCl 10067,6; MgCl₂ 173,7; Na₂SO₄ 180,7; CaSO₄ 173,7; FeH₂(CO₃)₂ 3,7; MnH₂(CO₃)₂ 3,5; SiO₂ 2,4 (Szajnocha, 1891). Źródło zostało zniszczone (prawdopodobnie ok. 1891 r.) w trakcie prac renowacyjnych rynku.

Historia balneoterapii Krakowa

Zakład Przyrodolecznicy Swoszowice. Swoszowice znajdują się w granicach tzw. wielkiego Krakowa od 1973 r., a leżą one w dwu regionach fizjograficznych. Południowa ich część należy do Pogórza Wielickiego, a północna do Działów Krakowskich wchodzących w skład Kotliny Sandomierskiej (Klimaszewski, 1939). Rzeka Wilga rozczłonkowie wysoczyznę rejonu Swoszowic na kilka wzgórz. Na jednym z nich znajduje się Zakład Przyrodolecznicy Swoszowic usytuowany w starym parku.

Najstarsze informacje o Swoszowicach pochodzą z Kodeksu Tynieckiego datowanego 12 marca 1362 r. Król Władysław Jagiełło sprowadził spod Kłodzka Kanoników Regularnych (Dietl, 1858) i ziemie swoszowickie zostały przyznane temu zakonowi. Na początku XV w. odkryto w tym rejonie złoża siarki, która była wykorzystywana również do celów leczniczych (Zielonka, 1965; Kubica & Osmólski, 1965). O kąpielach siarczkowych stosowanych w XV w. informuje m.in. Wojciech Oczko — lekarz nadworny Stefana Batorego.

Pod koniec XVIII w. w Swoszowicach wybudowano prowizoryczne łazienki z gliny i chrustu (Szajnocha, 1893; Siemiradzki, 1922). Kopalnia siarki przeszła na własność państwa w 1807 r., a wioskę ze źródłem kupił profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego — Feliks Radwański i w 1811

r. wybudował murowany dom kąpielowy (Zielonka, 1965). W tym okresie budową geologiczną i wodami tego rejonu zajmował się również Staszic (1815).

Okres powstania listopadowego przyczynił się do upadku uzdrowiska. Z inicjatywy dr J. Dietla w 1859 r. powstała Spółka Zdrojowisk Krajowych, jej celem była rozbudowa obiektów i wykorzystanie rodzimych surowców balneologicznych. Spółka przyczyniła się do modernizacji Swoszowic, a po jej likwidacji właścicielem został hrabia E. Stadnicki kontynuując rozbudowę (Zielonka, 1965). W 1882 r. zamknięto kopalnię siarki, a Swoszowice stały się uzdrowiskiem o rosnącej liczbie kuracjuszy (Bogacz i in., 1980). Okres I wojny światowej spowodował zniszczenia urządzeń zdrojowych, które w okresie międzywojennym częściowo odbudowano. Zniszczenia z okresu II wojny światowej usunięto w 1945 r. dzięki staraniom Magistratu Miasta Krakowa, a obiekt administrowały PP. Uzdrawiska Polskie.

Od 1956 r. właścicielem zostały Miejskie Zakłady Przyrodolecznicy Swoszowice—Mateczny, a w 1976 r. powołano Przedsiębiorstwo Państwowe Zespół Uzdrawisk Krakowskich w skład którego weszły Swoszowice, Mateczny i Wieliczka. W 1967 r. Swoszowice zostały uznane za uzdrowisko, a w 1974 r. wody mineralne Swoszowic uznano za wody lecznicze. Obecnie Uzdrawisko Swoszowice obejmuje powierzchnię ok. 18,7 ha w tym 3,5 ha parku i 2 ha lasu modrzewiowego, będącego pozostałością naturalnego parku leśnego.

Uzdrowisko w Swoszowicach pełni nadal swoją funkcję. Niestety leczenie w Swoszowicach odbywa się w łazienkach pamiętających jeszcze czasy napoleońskie. Niezaprzeczalnym jest fakt, że środki finansowe dla uzdrowiska Swoszowice od wielu lat są nieosiągalne. Przed kilku laty rozpadły się prawie całkowicie dwie piękne wille, będące reliktem krakowskiego budownictwa uzdrowiskowego.

Zakład Przyrodolecznicy Mateczny. Mateczny leży we wschodniej peryferii Wyżyny Krakowskiej i w zachodniej części zapadliska przedkarpackiego (Bogacz, 1967) i zajmuje powierzchnię 7,8 km. Historia wód Matecznego zaczęła się w 1839 r., gdy na obszarze dzisiejszego źródła zaczęto poszukiwania węgla kamiennego za pomocą „świdra ziemnego” i z głębokości ok. 60 m wytrysnęła woda o zapachu siarkowodoru (Torosiew, 1841).

W okresie okupacji w zakładzie produkowano gumę syntetyczną, po wojnie do 1953 r. dzierżawiła go Spółka Guma (Radwan & Węclawik, 1987). Zakład w 1954 r. przejął Centralny Zarząd Uzdrawisk i przekazał Dyrekcji Państwowych Uzdrawisk w Swoszowicach Zdroju. Po remoncie, przystosowaniu budynków do celów leczniczych i likwidacji starego odwiertu Geo-1, odwiercono nowe ujęcie Geo-2. W roku 1957 Mateczny otrzymał nazwę Zakład Przyrodolecznicy Swoszowice—Mateczny w Krakowie i rozpoczął leczniczą działalność. Obecnie wchodzi w skład PP. Zespół Uzdrawisk Krakowskich podległych Ministrowi Zdrowia i Opieki Społecznej. Wody Matecznego w 1974 r. zostały uznane za wody lecznicze.

Na Matecznym otwór Geo-2 został zlikwidowany, a jego miejsce zastąpiły otwory nowe: otwór M-4 odwiercony w 1968 r., otwór M-3 wiercony w 1980–1983 i otwór Geo-2A, wykonany w latach 1984–1985 (Józefko & Radwan, 1984; Radwan, 1984).

Taksonomiczna klasyfikacja wód Krakowa

Metody taksonomiczne mają szerokie i różnorodne zastosowanie w naukach geologicznych. Służą one do określania podobieństw i różnic między obiektami, scharakteryzowanymi

Tab. 2. Analizy fizyczno-chemiczne ze Źródeł Krakowskich w mg/dm³

Dane	Źródło Nadzieja*	Źródło Królewski*	Źródło Jagielloński*	Źródło Dobry Pasterz*	Źródło Lajkonik*	Odwiert na Placu Biskupim**
Rok	IX 1997	IX 1997	IX 1997	IX 1997	IX 1997	1994
Temp. °C	15	11,5	12,5	11,7	14	7,7
pH	7,6	7,6	8,2	7,9	7,6	7,4
H ₂ S	0,2	0,2	0,76	0,3	0,51	0,1
Suma składników stałych	810	853	1000	1280	1000	2461,5
Na ⁺	72,5	60,6	240,4	204,7	159,4	574
K ⁺	4,0	1,7	8,8	9,36	7,9	19,95
Li ⁺	0,03	0,05	0,09	0,07	0,09	0,32
Ca ²⁺	69,0	79,23	20,9	48,32	53,07	110,6
Mg ²⁺	60,5	72,14	27,5	37,8	57,6	83,6
Sr ²⁺	2,4	3,4	0,7	1,3	1,6	3,5
Fe ²⁺	4,6	4,4	0,3	7,7	0,7	0,48
Cl ⁻	69,4	68,1	91,2	23,8	91,2	709,4
SO ₄ ²⁻	199,3	255,9	352	338,8	347,1	596,9
HCO ₃ ⁻	317,2	299	244	402,6	269,6	346,5
SiO ₂	8,9	8,34	8,5	8,78	8,39	8,9

* — analizy wykonano w Zakładzie Hydrogeologii i Ochrony Wód AGH

** — analiza wykonana w Pracowni Ochrony Wód AGH

zespołem cech określanych w sposób jakościowy lub ilościowy. Metodę taką wykorzystano również do klasyfikacji wód mineralnych (Alexandrowicz, 1981)

Przedmiotem badań taksonomicznych z zastosowaniem metody ilościowej Steinhausa jest zbiór reprezentujący 12 punktów z wodą mineralną i akratepami Krakowa, scharakteryzowany analizami chemicznymi, a w szczególności udziałem 10 następujących składników chemicznych: Na⁺, K⁺, Li⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Sr²⁺, Fe²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, (tab. 1 i 2) wyrażonych w mg/dm³.

Do obliczeń i sporządzenia dendrogramu poszczególnym źródłom i ujęciom nadano następujące cyfry (ryc. 6):

Źródło Główne (1) — woda typu siarczanowo-wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowa, siarczkowa;

Źródło Napoleon (2) — woda typu siarczanowo-wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowa, siarczkowa;

Odwiert M-4 (3) — woda typu siarczanowo-chlorkowo-sodowo-wapniowo-magnezowa, siarczkowa;

Odwiert M-3 (4) — woda typu siarczanowo-chlorkowo-sodowo-wapniowo-magnezowa, borowa, siarczkowa;

Odwiert GEO-2A (5) — woda typu siarczanowo-chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowa, siarczkowa;

Woda „Krakowianka” (6) — woda typu siarczanowo-chlorkowo-sodowo-wapniowo-magnezowa;

Źródło Nadzieja (7) — woda typu wodorowęglanowo-siarczanowo-magnezowo-wapniowo-sodowa;

Źródło Królewski (8) — woda typu siarczanowo-wodorowęglanowo-magnezowo-wapniowo-sodowa;

Źródło Jagielloński (9) — woda typu siarczanowo-wodorowęglanowo-sodowa;

Źródło Dobry Pasterz (10) — woda typu siarczanowo-wodorowęglanowo-magnezowo-sodowa;

11. Źródło Lajkonik — woda typu siarczanowo-wodorowęglanowo-sodowo-magnezowa;

12. Odwiert na Placu Biskupim — woda typu chlorkowo-siarczanowo-sodowa.

Odległości taksonomiczne obliczono według wzoru zaproponowanego przez Steinhausa (Marczewski & Steinhaus, 1959). Jest to zależność w formie ułamka, którego licznik jest sumą bezwzględnych wartości różnic pomiędzy udziałami wyra-

żonymi w mg/dm³ poszczególnych taksonów w dwóch próbkach, a mianownik sumą maksymalnych wartości wszystkich taksonów w tych próbkach. Na podstawie dendrogramu ilustrującego odległości taksonomiczne (ryc. 2) wyróżniono dwa wyraźnie oddzielone od siebie zbiory.

Zbiór I: to wody oznaczone cyframi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12. Są to wody ze źródeł Swoszowic i ujęć Matecznego, oraz z odwiertu na Placu Biskupim. Można tutaj wyróżnić dwa podzbiory, z których jeden obejmuje wody 1 i 2, a drugi wody 3, 4, 5, 6, 12. Pierwszy podzbiór — wyraźnie oddzielony — reprezentuje wody swoszowickie o tym samym typie geochemicznym. Zawartość Na⁺ i Cl⁻ jest kilkakrotnie mniejsza, a Ca²⁺ prawie dwukrotnie większa od zawartości tych pierwiastków w drugim podzbiore. Swoszowickie wody mine-

ralne o sumie składników stałych ok. 2,6 g/dm³, charakteryzują się bardzo zbliżonym składem chemicznym i pH, oraz zawierają tą samą ilość H₂S, który nadaje im cech specyficznych (swoistych). Poziomem wodonośnym tych źródeł są utwory mioceńskie. Drugi podzbiór tworzą wody ze złoża na Matecznym, oraz z ujęcia na Placu Biskupim. Są one wodami mineralnymi, a ich mineralizacja wynosi od 3,58 do 1,92 g/dm³. Skład chemiczny i parametry fizyczne są do siebie zbliżone, a siarkowodor nadaje cech swoistości tylko wodzie z odwiertu M-4, M-3 i GEO-2A, („Krakowianka” mająca numer 6 jest mieszaniną 90% z 3 i 10% z 5, pozbawioną siarkowodoru i żelaza, natomiast nasyconą CO₂). Z dendrogramu wynika, iż w tym podzbiore najbardziej zbliżone są do siebie wody 3 i 6. Woda 6 jest mieszaniną wody 3 i 5, natomiast 3 charakteryzuje się większą mineralizacją i zawartością Ca²⁺, Cl⁻ i SO₄²⁻ w stosunku do 5.

Zbiór II: to wody oznaczone symbolami 7, 8, 9, 10, 11, pochodzące ze źródeł krakowskich. Wśród nich wyróżniamy dwa podzbiory: pierwszy reprezentowany przez wody 7, 8, drugi — 9, 10, 11. Podzbiór pierwszy tworzą wody ze Źródła Nadzieja i Królewski. Są to akratepi o zbliżonym składzie chemicznym i fizycznym. Natomiast drugi podzbiór tworzą wody mineralne o podobnych parametrach fizyczno-chemicznych (tab. 2). Wszystkie wody źródeł cechują się niewielką ilością siarkowodoru, zmienną zawartością żelaza, oraz obecnością mikroelementów Sr, Li, B, Ba, F, Fe i Mn.

Dendrogram taksonomicznej klasyfikacji wód Krakowa (ryc. 6) podzielił je na dwa wyraźne zbiory. Pierwszy charakteryzuje wody mineralne o zdecydowanie wyższej mineralizacji, a dwa jego podzbiory wyraźnie oddzielają wody Swoszowic od wód Matecznego i Placu Biskupiego. Wody Swoszowic są związane z mioceńską serią ewaporatową w stropie izolowane przez nieprzepuszczalne warstwy chodeniackie, a w spągu warstwy skawieńskie. Drugi podzbiór tworzą wody z Matecznego i Placu Biskupiego, poziomem wodonośnym są utwory wypełniające kieszenie krasowe izolowane w spągu przez utwory badeńskie, a unikatowa mineralizacja tych wód jest związana z sebhą. Drugi zbiór tworzą wody o zdecydowanie niższej mineralizacji, a dwa podzbiory oddzielają wody mineralne od akratep. Wody te są związane z górnokrakowskim poziomem

wodonośnym w spękanych, szczelinowatych i częściowo skrasowiwałych wapieniach, izolowanych od wód czwartorzędowych warstwami skawiniškimi.

Złoże wód mineralnych wymaga ochrony przed ewentualną zmianą właściwości fizycznych, chemicznych oraz przed zanieczyszczeniem, a szczególnie przed skażeniem bakteriologicznym. Część roli ochronnej przejęła na siebie przyroda, izolując złoże od zanieczyszczeń powierzchniowych, dzięki istnieniu pakietu nieprzepuszczalnych ilów mioceńskich. Reszta zależy od ludzi, którzy powinni zwracać szczególną uwagę na kontrolę wszystkich prac ziemnych naruszających nadkład utworów wodonośnych.

Bogactwo wód krakowskich należy mądrze zagospodarować i użytkować, a także chronić przed wzrastającym niebezpieczeństwem związanym z zanieczyszczeniem środowiska.

Literatura

- ALEXANDROWICZ S. W. 1960 — Budowa geologiczna okolic Tyńca. Państw. Inst. Geol., Biul., 52: 5–95.
- ALEXANDROWICZ S. W. 1962 — Zarys stratygrafii miocenu okolic Krakowa. Spraw. z Pos. Kom. Oddz. PAN, Kraków, 40: 520–523.
- ALEXANDROWICZ S. W. 1964 — Stratygrafia mikropaleontologiczna ilów mioceńskich na obszarze Krakowa. Spraw. z Pos. Kom. Oddz. PAN, Kraków, 42: 274–277.
- ALEXANDROWICZ S. W. 1965 — Rozwój Zapadliska Przedkarpaciego w świetle wyników badań nad stratygrafią miocenu Południowej Polski. Geologia i Geofizyka Naftowa, 7: 243–247.
- ALEXANDROWICZ S. W. 1969 — Utwory paleogenu w południowej części wyżyny krakowskiej. Roczn. Pol. Tow. Geol., 39: 681–696.
- ALEXANDROWICZ S. W. 1969 — Pozycja stratygraficzna warstw kłodnickich w miocenie Zagłębia Górnośląskiego. Spraw. z Pos. Kom. Nauk. Oddz. PAN, Kraków, 13: 573–576.
- ALEXANDROWICZ S. W. 1981 — Ilościowe metody taksonomiczne w klasyfikacji wód mineralnych. Geologia, 7: 31–48.
- ALEXANDROWICZ S. W. & KLECZKOWSKI A. S. 1970 — Le profil stratigraphique et les esux minerales du forage. Bull. Acad. Pol. Sc., Ser. Geol. Geogr., 18: 199–207.
- ALEXANDROWICZ S. W., BOGACZ K. & WĘCŁAWIK S. 1971 — Dokumentacja hydrogeologiczna w kat. B złożeń leczniczych wód siarczko-wych Swoszowice pow. Kraków. Inst. Geol. Reg. i Źródł Węgla AGH.
- BIELECKA D. 1961 — Geochemiczne właściwości wód mineralnych okręgu krakowskiego. Arch. Katedry Stratygrafii i Geol. Reg.
- BOGACZ K. 1967 — Budowa geologiczna północnego obrzeżenia Rowu Krzeszowickiego. Pr. Geol. PAN, Oddz. w Krakowie, 41: 1–89.
- BOGACZ K. 1974 — Pozycja geologiczna złóż wód mineralnych Mateczny w Krakowie. Spraw. z Pos. Kom. PAN, Oddz. w Krakowie, 17: 202–204.
- BOGACZ K., DZIEWAŃSKI J., WĘCŁAWIK S. 1980 — Czy Kraków może stać się ośrodkiem lecznictwa balneologicznego. Aura 2: 22–24.
- BOGACZ K. & SEREDYN R. 1970 — Pozycja geologiczna złóż wód zmineralizowanych w Krzeszowicach. Spraw. z Pos. Kom., Oddz. PAN w Krakowie, 14: 247–249.
- CHOWANIEC J. & FELISIAK I. 1995 — Sebha — geneza mineralizacji wód uzdrowiska Mateczny w Krakowie. Tradycja a nowoczesność w interpretacjach sedimentologicznych. IV Krajowe spotkanie sedimentologów. Kraków: 60–61.
- DIETL J. 1858 — Uwagi nad zdrojowiskami krajowemi ze względu na ich skuteczność, zastosowanie, urządzenia. Bibl. Jagiellońska.
- DOBRAŃSKI J. 1964 — Orzeczenie hydrogeologiczne o ujęciu za pomocą tzw. Źródła Głównego, dolnomioceńskich wód mineralnych wraz z ustaleniem zasobów w kat. B, miejscowości Swoszowice pow. Kraków. Arch. Dyrekcji Uzdrawisk Krakowskich.
- DOWGIAŁŁO J., KARSKI A. & POTOCKI I. 1969 — Geologia surowców balneologicznych. Wyd. Geol.
- FELISIAK I. 1988 — Budowa geologiczna obszaru między Krakowem, Zabierzowem a Morawicą. Biblioteka Główna AGH, Kraków.
- FELISIAK I. 1992 — Osady krasowe oligocenu i wczesnego miocenu oraz ich znaczenie dla poznania rozwoju tektoniki i rzeźby okolic Krakowa. Roczn. Pol. Tow. Geol., 62: 173–202.
- GARLICKI A. 1964a — Autochtoniczna seria solna w miocenie Podkarpacia na zachód od Wieliczki. Kwart. Geol., 8: 853–855.
- GARLICKI A. 1964b — Seria solna między Skawiną a Wieliczką. Kwart. Geol., 8: 979–980.
- GRABCZAK J. & ZUBER A. 1992 — Skład izotopowy i wiek wód artezyjskich w wapieniach jurajskich na obszarze Krakowa. [W:] Problemy hydrogeologiczne południowo-zachodniej Polski. Oficyna Wyd. Sudety, Wrocław: 127–130.
- GRADZIŃSKI R. 1962 — Rozwój podziemnych form krasowych w południowej części Wyż. Krakowskiej. Roczn. Pol. Tow. Geol., 32: 429–492.
- GRADZIŃSKI R., GRADZIŃSKI M. & MICHALIK S. 1994 — Przyroda. Natura i kultura w krajobrazie Jury. Wyd. Zarządu Zespołów Jurajskich Parków Krajobrazowych w Krakowie. Kraków.
- JÓZEFKO I. & RADWAN J. 1984 — Dokumentacja hydrogeologiczna Obiektu Z-0057. Arch. Dyrekcji Uzdrawisk Krakowskich.
- KLECZKOWSKI A. S. 1967 — Mineral waters in Cracow and their connection with geological structure. Bull. Acad. Pol. Sc., Ser. Geol. Geogr., 15: 160–170.
- KLECZKOWSKI A. S. & MYSZKA J. 1989 — Hydrogeologia Krakowa. Przew. 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol., 14–16 IX 1989. Kraków: 162–180.
- KLECZKOWSKI A. S., MYSZKA J., SOLECKI T. & STOPA J. 1995 — Krakowskie artezyjskie źródła wód pitnych z wapieni jury. Wyd. Wyd. Geol. Geof. i Ochr. Środ. AGH, Kraków.
- KLIMASZEWSKI M. 1939 — Podział morfologiczny Południowej Polski. Czasopismo Geogr., 18: 133–182.
- KUBICA B. & OSMÓLSKI T. 1965 — Notatki z historii kopalnictwa siarkowego w Polsce. Prz. Geol., 13: 260–262.
- MACIOSZCZYK A. 1987 — Hydrogeochemia. Wyd. Geol.
- MARCZEWSKI E. & STEINHAUS H. 1959 — O odległości systematycznej biotopów. Zastos. Matemat., 4: 195–203.
- MARCZYKIEWICZ F. 1847 — Hidrografia miasta Krakowa i jego okręgu. Bibl. Jagiellońska.
- MOTYKA J. & ZUBER A. 1992 — Przepływ znaczników i polutantów przez węglanowe skały szczelinowate. Porowatość matrycy jako najważniejszy parametr. [W:] Problemy hydrogeologiczne południowo-zachodniej Polski. Wrocław: 103–109.
- NEY R. 1968 — Rola rygla krakowskiego w geologii Zapadliska i rozmięczeniu złóż ropy i gazu. Pr. Geol. PAN, 45: 86.
- OSENBRUCK K., WEISSE S. M., ZUBER A., GRABCZAK J. & CIEŻKOWSKI W. 1993 — Noble gas temperatures and ages of some glacial and buried brine waters in Poland. IAEA Symp., Vienna, April 1993. IAEA Vienna: 319–337.
- PAZDRO Z. 1983 — Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geol.
- RADWAN J. 1984 — Aneks do dokumentacji hydrogeologicznej. Obiekt Z-2880. Arch. Dyrekcji Uzdrawisk Krakowskich.
- RADWAN J. & WĘCŁAWIK S. 1987 — Występowanie i ochrona wód mineralnych Mateczny w świetle badań geol. Problemy Ekologiczne Krakowa. O zdrową wodę dla Krakowa, 11: 9–15. Wyd. AGH, Kraków.
- RUTKOWSKI J. 1989 — Budowa geologiczna regionu Krakowa. Prz. Geol., 37: 302–308.
- RUTKOWSKI J. 1991 — Uwagi o budowie geologicznej podłoża Krakowa. Konf. Nauk.-Tech.: Budowa geologiczna, warunki hydrogeologiczne i geotechniczne podłoża Krakowa. Kraków: 27–36.
- SIEMIRADZKI J. 1922 — Płody kopalne Polski. Lwów: 176–181.
- STASZIC S. 1955 — O ziemiórództwie Karpatów i innych gór i rownin Polski. Wyd. Geol.
- SZAJNOCHA W. 1891 — Źródła mineralne Galicji. Nakładem Akademii Umiejętności.
- SZAJNOCHA W. 1893 — Płody kopalne Galicji. cz. I. Lwów: 147–162.
- TEISSEYRE W. 1920 — O stosunku zewnętrznym brzegów Zapadliska Przedkarpaciego do krawędzi fliszu Karpackiego. Państw. Inst. Geol., Spraw., 2: 103–123.
- TOROSIEWICZ T. 1841 — O wodach lekarskich w Podgórzu, Swoszowicach tudzież. Roczn. Wyd. Lekarskiego, 4: 356–376.
- ZIELONKA E. 1965 — Wartości lecznicze swoszowickich tworzyw balneologicznych i perspektywy rozwoju Swoszowic jako uzdrowiska. Folia Medica Cracoviensis, 8: 445–486.
- ZUBER A. & GRABCZAK J. 1985 — Pochodzenie niektórych wód mineralnych Polski południowej w świetle dotychczasowych badań izotopowych. Aktualne problemy hydrogeologii. Wyd. AGH, Kraków: 135–148.
- ZUBER A. & GRABCZAK J. 1991 — Badania izotopowe wód podziemnych Krakowa i okolic. Konf. Nauk.-Tech.: Budowa geologiczna, warunki hydrogeologiczne i geotechniczne podłoża Krakowa. Kraków: 51–58.