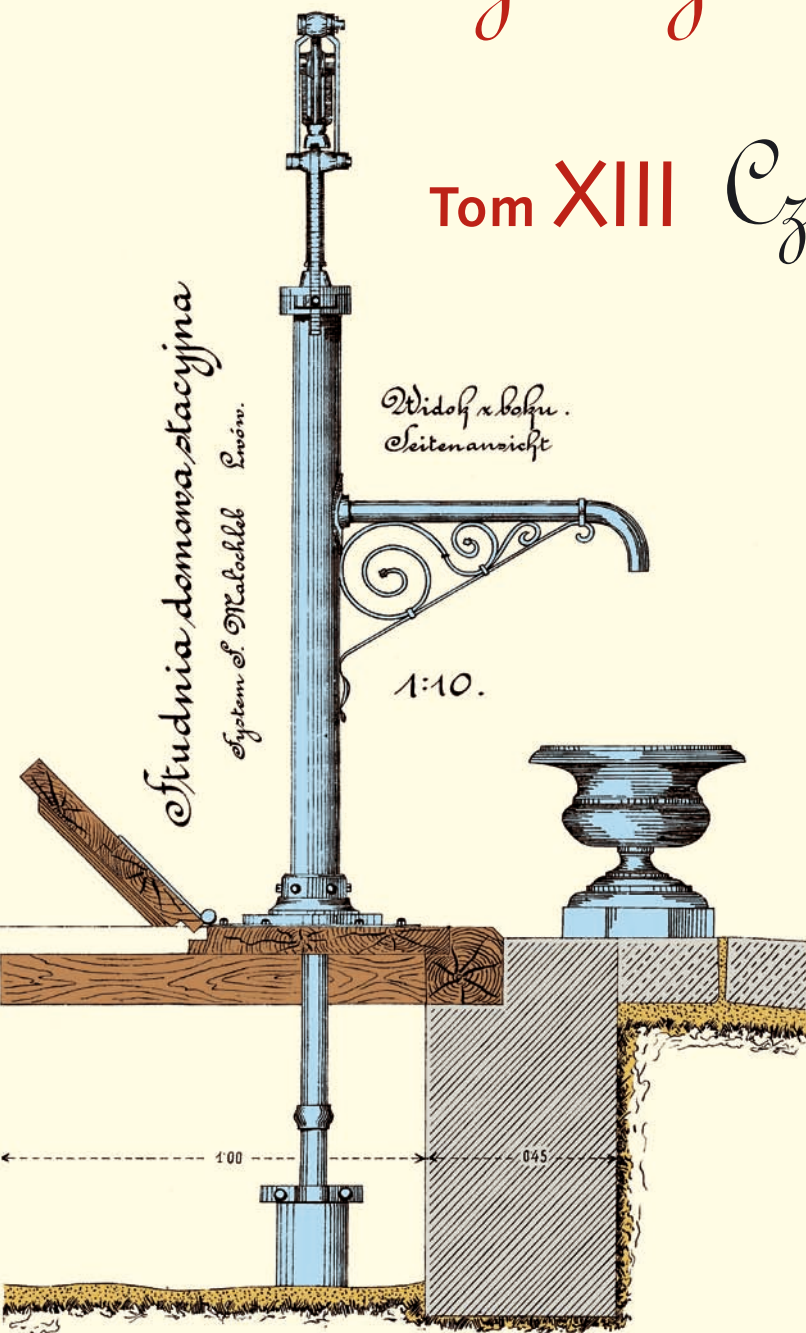


Współczesne problemy hydrogeologii

Tom XIII Część 3.





Wydanie publikacji zostało sfinansowane przez
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Recenzenci:

Jadwiga Szczepańska
Wojciech Ciężkowski
Józef Górski
Andrzej Kowalczyk
Ewa Krogulec
Grzegorz Malina
Jerzy Małecki
Marek Marciniak
Jacek Motyka
Marek Nawalany
Jan Przybyłek
Andrzej Rózkowski
Andrzej Sadurski
Andrzej Szczepański
Stanisław Staśko
Stanisław Witczak
Andrzej Zuber

Redakcja: Andrzej Szczepański, Ewa Kmiecik, Anna Żurek

Teksty artykułów w częściach 2. i 3. zostały wydrukowane z wersji elektronicznej dostarczonej przez Autorów, metodą bezpośredniej reprodukcji (*camera ready*)

Projekt okładki i stron tytułowych: Andrzej Tomaszewski

Na okładce: fragment projektu studni miejskiej we Lwowie z 1906 roku
— ze zbiorów prof. **Antoniego S. Kleczkowskiego** (1922–2006)

Korekta: Zespół

Skład komputerowy systemem $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$: pre $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ t, www.pretext.com.pl

Druk: ROMA-POL, www.romapol.pl

ISBN-13 978-83-88927-16-4

Lucyna Rajchel, Tomasz Śliwa, Jan Waligóra

Uwagi o wodach leczniczych Ustronia

Remarks about Medicinal Waters of Ustroń

Słowa kluczowe Karpaty, woda mineralna, solanka, woda lecznicza, balneoterapia

Key words Carpathians, mineral water, brine, medicinal water, balneotherapy

Abstract In Ustroń medicinal brines have been exploited at a depth of approximately 2 km, being rendered accessible in two boreholes, U-3 and U-3A drilled in the 1970ies. In this paper, the authors have described the technological processes of brine circulation from its extraction to medicinal applications to neutralization. Since 1995, the used out waters have been pumped back into the aquifer. It is a very efficient method of removing large amounts of water left after balneological treatments. Ustroń is the first and so far the only health resort in Poland, in which this kind of water utilization has been applied and this solution proves to be beneficial for the environment.

Wprowadzenie

Ustroń, to obecnie jedno z głównych i nowoczesnych polskich uzdrowisk położone w Karpatach na obszarze Beskidu Śląskiego w makroregionie Beskidów Zachodnich (Kondracki, 2000).

Do XVIII wieku miejscowość posiadała charakter pastersko-rolniczy. Odkrycie rudy żelaza (syderytu) oraz uruchomienie huty w 1772 r., a później kuźni, odlewni i walcowni, przekształciło Ustroń w osadę przemysłową. Równocześnie z rozwojem hutnictwa rozwijało się lecznictwo. Fundatorem pierwszego Hotelu Kuracyjnego, oddanego do użytku w 1804 r., oraz pijalni żętycy, był książę Albert syna króla polskiego Augusta III. Modne w tym okresie stały się „kąpiele gierzymowe”. Woda używana w tych zabiegach zawdzięczała swoje działanie lecznicze związkom siarki, które były zawartych w wielkopiecowych żuźlach, za pomocą których była podgrzewana. Regres hutnictwa przyczynił się w 1897 r. do wygaszenia i zamknięcia huty (Szkardnik, 2001).

Odkryte w II połowie XIX w. złożo borowiny oraz źródła wody żelazistej przyczyniły się do zainteresowania Ustroniem (Szkardnik, 2001).

Mimo iż Ustroń posiada ponad dwustuletnie balneologiczne tradycje jest jednym z najmłodszych uzdrowisk polskich. Uzdrowisko to jest rekompensatą przemysłu górnictwa za nieodwracalnie zdewastowane walory przyrodnicze i lecznicze uzdrowiska Jastrzębie Zdrój. Budowa kopalń w Rybnickim Okręgu Węglowym doprowadziła do zdrenowania wód leczniczych oraz zniszczenia złóż borowiny w jastrzębskim uzdrowisku.

Do budowy olbrzymiego, nowoczesnego i manifestującego się w terenie kompleksu leczniczo-rehabilitacyjnego przystąpiono pod koniec lat 60. ubiegłego wieku. Był to również czas intensywnej badań hydrogeologicznych prowadzonych w celu poszukiwania wód mineralnych dla potrzeb balneologii.

Dziś Ustroń ma już swoją ustaloną renomę, dzięki której przybywa tu coraz więcej kuracjuszy i turystów. Przyciąga ich stosunkowo ciepły, umiarkowanie bodźcowy, podgórski i górski klimat z dużym nasłonecznieniem, będący rezultatem południowej cyrkulacji przez pobliską Bramę Morawską (Kozłowska-Szczęśna i in., 1997). Znakomita baza ośrodków wczasowych, sanatoryjnych oraz przystępne ceny zabiegów balneologicznych przyciągają obecnie rzesze kuracjuszy, również zagranicznych, głównie niemieckich.

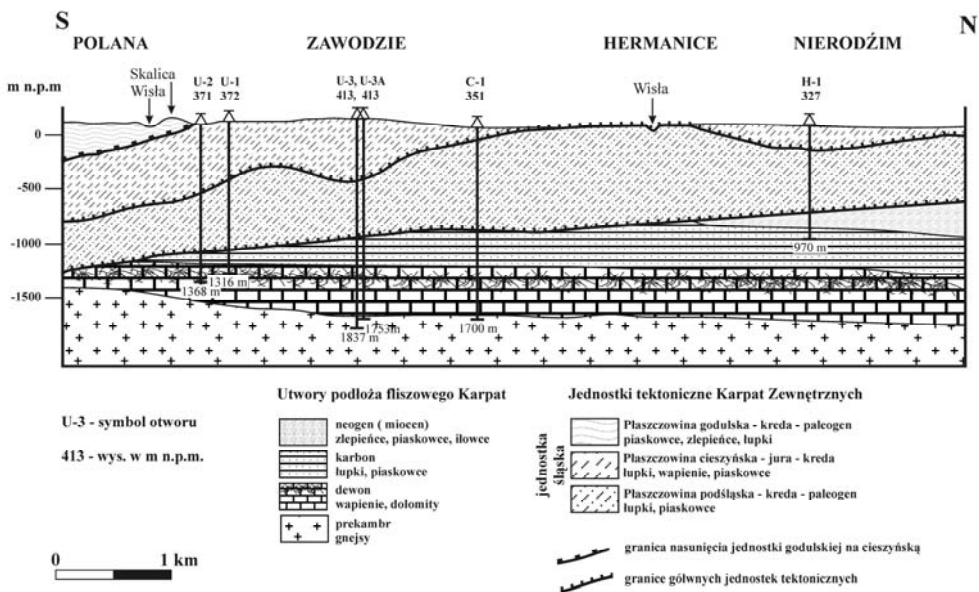
Budowa geologiczna

W podłożu Karpat Zachodnich występują prekambryjsko-paleozoiczne utwory platformowe, które zostały przykryte molasowymi utworami neogeńskimi. Najstarszymi utworami w Ustroniu są jasnoszare gnejsy łuszczycowe z licznymi gniazdami kwarcu. Odwiert chłonny C-1 wykonany w 1992 r. potwierdził, iż w rejonie Ustronia skały krystaliczne zalegają stosunkowo płytko. Tworzą one tzw. grzbiet cieszyńsko-kępski, na którego północno-zachodnim skłonie leży Ustroń (Chowaniec, Solecki, 2001). Utwory paleozoiczne reprezentowane są przez silnie szczelinowate i skrasowiałe wapienie i dolomity wieku dewońskiego oraz karboński kompleks iłowców, łupków, mułowców i piaskowców. Według

Michalika (1972) kawernistość wapieni i dolomitów dewońskich jest wynikiem krasowienia skał w okresie permu, a następnie mezozoiku, gdyż dewoński garb cieszyńsko-łęcki był w tym okresie łądem.

Utwory prekambryjsko-paleozoicznego podłoża, które są przykryte przez molasy miocenijskie, stwierdzono kilka km na północ od Ustronia, dzięki odwiertom H-1 w Nierodzimie i H-2 w Miedzywiciu (Michalik, 1972).

Utwory fliszowe w rejonie Ustronia są reprezentowane przez płaszczowiny podśląską oraz śląską (rys. 1). Pierwszą reprezentują skały osadowe wieku od kredy dolnej (walażyn) do dolnego miocenu. Są to łupki i piaskowce (Paul i in., 1996). Płaszczyzna śląska, której utwory budują Beskid Śląski, dzieli się na dwie płaszczowiny cząstkowe, cieszyńską i godulską. W krajobrazie Ustronia nasunięcie płaszczowiny godulskiej na płaszczowinę cieszyńską stanowi element dominujący.



Rysunek 1. Uproszczony przekrój geologiczny przez Ustron (bez utworów czwartorzędowych) – (wg Chowańca, 1993, *vide* Białas, 2005)
Figure 1. Simplified geological cross-section through Ustron (without Quaternary) (Chowaniec, 1993, *vide* Białas, 2005)

Utworami budującymi płaszczowinę cieszyńską są dolne i górne łupki cieszyńskie oraz zalegające pomiędzy nimi wapień cieszyński. Miąższość tej jednostki w otworze C-1 wynosi zaledwie 70 m, natomiast w otworze eksploatacyjnym U-3A, oddalonym o 1200 m od C-1 wynosi już 510 m. Warstwy godulskie i istebniańskie stanowią główny element płaszczowiny godulskiej. Miąższość warstw godulskich w Beskidzie Śląskim jest stała. W części zachodniej warstwy godulskie leżą bezpośrednio na piaskowcowych warstwach

Igockich, a lokalnie na rogowcach mikuszowickich, które dość często podścielają warstwy godulskie w części wschodniej.

Utworki czwartorzędowe to gliny zwietrzelinowe z okruskami skał podłoża, a największe nagromadzenie osadów rzecznych znajduje się w dolinie rzeki Wisły. Występują tu tarasy zbudowane ze żwirów, piasków i glin napływowych o miąższości od kilku do kilkunastu metrów (Paul i in., 1996).

Warunki hydrogeologiczne

Ustroń położony jest w prowincji karpackiej (D) w obrębie regionu DII – zewnętrznokarpackiego (Paczyński, Płochniewski, 1996). Na terenie gminy Ustroń w celu rozpoznania warunków hydrogeologicznych oraz ustalenia zasobów wód podziemnych zostały wykonane ogółem 52 otwory badawcze oraz 5 poszukiwawczych. Analizując dane, jakie uzyskano dzięki wierceniom, stwierdzono występowanie dwóch stref hydrogeochemicznych: środkową oraz dolną (Kowalska, 2003).

Środkowa strefa hydrogeochemiczna reprezentowana jest przez kredowo-paleogeńskie piętro wodonośne. W przeciwieństwie do porowatych wód czwartorzędowych wody w skałach fliszu posiadają charakter szczelinowy. Poziom kredowy ma niewielkie znaczenie dla zaopatrywania ludności w wodę pitną. Wody ujmowane z głębokości 100 m są przeznaczone dla gospodarstw nie podpiętych do sieci wodociągowych oraz eksploatowane przez rozlewnię produkującą naturalne wody źródlane o handlowej nazwie „Ustronianka”.

Dolna strefa hydrogeochemiczna związana jest z wodami występującymi w obrębie utworów autochtonicznych podłoża Karpat. Tworzą ją trzy piętra hydrogeologiczne: neogeńskie, karbońskie i dewońskie. Pierwsze z nich zostało rozpoznane odwiertami: H-1, który jest zlokalizowany w Nierodzimiu (dzielnica Ustronia), oraz odwiertem H-2, który jest usytuowanym w Miedzyświeciu, ok. 6,5 km od centrum Ustronia w kierunku północnym. Na głębokości 800 m w piaskowcach wieku mioceńskiego natrafiono i udokumentowano solanki o mineralizacji od 89-110 g/dm³ z jodem i bromem. Badania wodonośności piętra karbońskiego wykonane w odwiercie U-3 wykazały obecność wody chlorkowo-sodowej.

Najważniejszym piętrem wodonośnym w rejonie Ustronia jest piętro dewońskie. Ze szczelinowatych wapieni i dolomitów zostały ujęte termalne wody mineralne na głębokości 1320-1750 metrów. Są one eksploatowane otworem U-3 i U-3A. Woda ujęta otworem U-3 to termalna solanka o mineralizacji 100-120 g/dm³ i typie hydrogeochemicznym Cl-Na-Ca, Br, I, HBO₂. Otwór U-3A ujmuje termalną wodę o mineralizacji 110-130 g/dm³, jest to solanka typu Cl-Na-Ca, Br, I, HBO₂. Temperatura solanki waha się od 18-22°C i jest ściśle zależna od wydajności, z jaką dany odwiert jest eksploatowany. W złożu na głębokości 1700 m zanotowano znacznie wyższe wartości temperatury dochodzące do 55°C (Białas, 2004).

Wody lecznicze

Uzdrowsko Ustroń szczyli się obecnością termalnych solanek o mineralizacji od 100 do 130 g/dm³ eksploatowanych z głębokości od 1318 do 1728 m, które zostały uznane za lecznicze (Dz.U. 06.32.220. z dnia 14 lutego 2006 roku). Analizy fizyko-chemiczne

wykonane dla otworu U-3A w latach 1996 do 2003 przedstawia tabela 1. Solanki ustrońskie, to wody termalne, które posiadają składniki swoiste takie jak: I, Br, Fe i HBO₂; można je uznać za jedne z najlepszych w Polsce. Wody te charakteryzują się stabilnością mineralizacji i zawartości składników swoistych.

Tabela 1. Analizy fizyko-chemiczne wód mineralnych z otworu U-3A [mg/dm³]
Table 1. Physical and chemical analyses of the mineral water from U-3A borehole [mg/dm³]

Rok wykonania analizy	1996	1998	1999	2001	2002	2003
Suma składników stałych	122425	123978	126139	121763	123361	120016
t°C	18,6	18,5	19,7	18,5	19,7	20,3
pH	6,15	6,24	6,3	6,44	6,25	6,55
Na ⁺	31000	31300	32100	31500	31300	30500
K ⁺	780	745	720	720	550	740
Li ⁺	10	11	11	10	7,24	8,5
NH ₄ ⁺	27,5	30,8	43	40	21,5	27,5
Ca ²⁺	10717	10661	10866	10078	11030	10068
Mg ²⁺	2839	3064	2962	2822	2784	2994
Sr ²⁺	420	430	420	410	428	480
Fe ²⁺	15	12	12,4	13,2	15,7	12,42
Mn ²⁺	0,15	0,1	0,1	0,15	0,41	0,5
F ⁻	0,9	0,9	1	1	5,7	1,2
Cl ⁻	75690	76778	78019	75220	76311	74238
Br ⁻	359,6	368,6	358	360	330,1	386,3
I ⁻	12,4	12,1	11,8	12,1	17,8	13,1
SO ₄ ²⁻	436	438	469	460	422	419
HCO ₃ ⁻	82	92,2	70,6	81,5	95,5	90
NO ₂ ⁻	0,03	0,01	0	0	0	20,8
NO ₃ ⁻	0	0	0	0	0	16,8
H ₂ SiO ₃	13	10,4	10,4	10,4	10,2	
HBO ₂	22	23,7	25	25	31,4	

Źródło: Przedsiębiorstwo Uzdrawiskowe „Ustroń” S.A

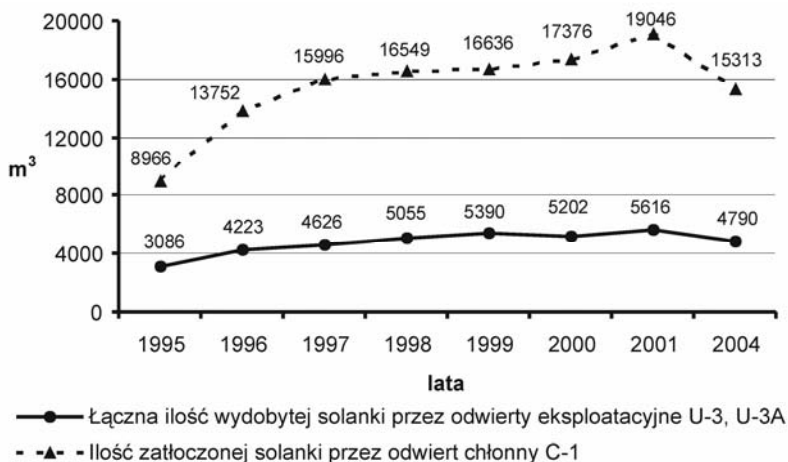
Dopływ solanki do otworu U-3A następuje z głębokości od 1318 do 1724 m, dzięki 155 mb odcinków perforowanych. W przypadku odwiertu U-3 są to głębokości zawierające się pomiędzy 1550 a 1728 m, a długość odcinków perforowanych wynosi łącznie 55 mb.

Niewielkie zmiany mineralizacji stwierdzone po 24 godzinach pompowania nie mają związku z wydajnością, lecz spowodowane są napływem solanki o zróżnicowanej gęstości. Stabilne parametry hydrodynamiczne oraz hydrochemiczne następują po 3 dobach pompownia (Adamczyk i in., 1996).

Wody lecznicze w Ustroniu stosuje się w balneologii do kąpeli leczniczych w wannach i basenach. Kierunki lecznicze, to choroby: ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, układu nerwowego, dróg oddechowych, naczyń obwodowych, kardiologiczne i metaboliczne z otyłością (Ponikowska, 2002).

Dzienne zapotrzebowanie zakładu przyrodoleczniczego na świeżą solankę, rozcieńczoną do 40 g/dm^3 , wynosi około 18 m^3 . Od roku 1995, kiedy oddano do użytku 4 baseny kąpielowe, do 2004 r. wydobyto dla celów leczniczych łącznie ponad 48 tys. m^3 solanki (Białas, Waligóra, 2004).

Przedsiębiorstwo Uzdrowiskowe „Ustroń” rozwiązało problem unieszkodliwiania olbrzymich ilości wód pozabiegowych. Od roku 1995 na bieżąco odbywa się zatłaczanie wód pozabiegowych otworem chłonnym C-1 z powrotem, do tej samej warstwy wodonośnej, z której solanka jest eksploatowana (Chowaniec, Solecki, 1996). W ciągu doby do górotworu wraca ok. 50 m^3 solanki o stężeniu $35\text{-}40 \text{ g/dm}^3$, natomiast eksploatację złoża prowadzi się przy wydajności od $0,6$ do $1,2 \text{ m}^3/\text{h}$ (Białas, Waligóra, 2004). Na wykresie (rys. 2) zostało przedstawione ilościowe zestawienie z okresu 7 lat solanki wydobytej i zatłoczonej przez Przedsiębiorstwo Uzdrowiskowe „Ustroń”. Do roku 2004 odwiert C-1 przyjął 156 tys. m^3 wód pozabiegowych (rozcieńczonych, odkażonych bakteriologicznie aby nie „zakazić” złoża). Jest to pierwsze wzorcowe uzdrowisko w Polsce, które zdecydowało się zastosować odwiert chłonny w trosce o ochronę środowiska a szczególnie wód powierzchniowych (Waligóra, 2004; Waligóra, Biała, 2004).



Rysunek 2. Ilość wydobytej i zatłoczonej solanki w latach 1995-2004.
Figure 2. The volume of the brine pump and injected back in the years 1995-2004

Uwagi

Wiercenia, które prowadzono w latach 70. w Ustroniu, usytuowane u stóp Równicy, położonej 884 m n.p.m., ujęły solankę w skrasowiałych wapieniach i dolomitach wieku dewońskiego z głębokości około 1800 m. Solanka termalna eksploatowana jest dwoma otworami U-3 i U-3A. Złoże znajduje się w zakrytej strukturze hydrogeologicznej, a więc praktycznie jest pozbawione możliwości odnawiania zasobów.

Minęło już 12 lat od chwili zatłaczania do górotworu odwiertem chłonnym C-1 pierwszych odkażonych i rozcieńczonych solanek pozabiegowych o stężeniu do 40 g/dm³ i, jak dotąd, nie stwierdzono wysładzania się solanki w złożu. Według informacji uzyskanych w Zakładzie Górniczym w Ustroniu przypuszcza się, że czas migracji wód pozabiegowych do strefy poboru solanki ze złoża przez odwierty U-3 i U-3A wynosi 30 lat.

Zjawiskiem niepożądanym, towarzyszącym odprowadzaniu wód do górotworu, jest kolmatacja strefy przyodwiertowej. Związki kolmatujące są usuwane poprzez zabieg kwasowania otworu chłonnego.

Literatura

- Adamczyk F., i inn. 1996: *Aneks do dokumentacji hydrogeologicznych wód leczniczych z odwiertów U-3 i U-3A w Ustroniu*.
- Białas Z., 2004: *Eksploatacja solanek w Uzdrawiskowym Zakładzie Przyrodolecznicy w Ustroniu*. Gaz, Woda, Technika Sanitarna, 11: 384-390.
- Białas Z., 2005: *Wody z utworów czwartorzędowych i kredowych eksploatowane przez „Ustroniankę”*. Przyrodnik Ustroński, 4: 9-23.
- Białas Z., Waligóra J., 2004: *Operat ewidencyjny zasobów za rok 2004. Złoże solanek leczniczych w utworach dewonu eksploatowane odwiertami U-3 i U-3A*.
- Chowaniec J., Solecki T., 1996: *Odwiert chłonny C-1 dla uzdrowiska w Ustroniu*. [w:] Poprawa D., Rączkowski W. (red.) *Besкиды Zachodnie – nowe spojrzenie na budowę geologiczną i surowce mineralne*. Przewodnik LXVII Zjazdu Pol. Tow. Geol., Szczyrk: 157-162.
- Chowaniec J., Solecki T., 2001: *Problemy związane z zatłaczaniem solanek pozabiegowych do otworu chłonnego Ustroń C-1*. Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol., 57: 57-59.
- Kondracki J., 2000: *Geografia regionalna Polski*, Wyd. Nauk. PWN.
- Kowalska M., 2003: *Stan rozpoznania geologicznego Ustronia na tle powiatów: bielskiego, cieszyńskiego i żywieckiego*. Przyrodnik Ustroński, 2: 5-10.
- Kozłowska-Szczęsna T. i in., 2004: *Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie*. PAN, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. prof. S. Leszczyckiego: 611.
- Michalik A., 1972: *Pionowa strefowość wód chlorkowych (solanek) w rejonie Ustronia*. Biul. Państw. Inst. Geol., 312: 19-21.
- Paul Z., Rączkowski W., Ryłko W., Tomasz A., 1996: *Budowa geologiczna zachodniej części Karpat polskich*. [w:] Poprawa D., Rączkowski W. (red.) *Besкиды Zachodnie – nowe spojrzenie na budowę geologiczną i surowce mineralne*. Przewodnik LXVII Zjazdu Pol. Tow. Geol., 8-31.
- Paczyński B., Płochniewski Z., 1996: *Wody mineralne i lecznicze Polski*. PIG Warszawa: 108.

Ponikowska I., 2002: *Kompendium balneologii*. Wyd. Adam Marszałek, Toruń: 225.

Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie złóż wód podziemnych zaliczonych do solanek, wód leczniczych i termalnych oraz złóż innych kopalin leczniczych, a także zaliczenia kopalin pospolitych z określonych złóż lub jednostek geologicznych do kopalin podstawowych (Dz.U. 06.32.220. z dnia 14 lutego 2006 roku).

Szkaradnik L., 2001: *Początki uzdrowiska w Ustroniu*. Kalendarz Ustroński, 3: 37-43.

Waligóra J., 2004: *Analiza warunków pracy otworu chłonnego C-1 w Przedsiębiorstwie Uzdrawiskowym „Ustroń”*. GLOBEnergy, 02: 42-43.

Waligóra J., Białas Z., 2004: *Monitoring procesów eksploatacji, uzdatniania i zatlaczania solanek pozabiegowych w uzdrawiskowym Zakładzie Przyrodolecznicy w Ustroniu*. GLOBEnergy, 01:34-37.

Praca została zrealizowana w ramach badań statutowych AGH nr 11.11.140.890 i 11.11.140.447.