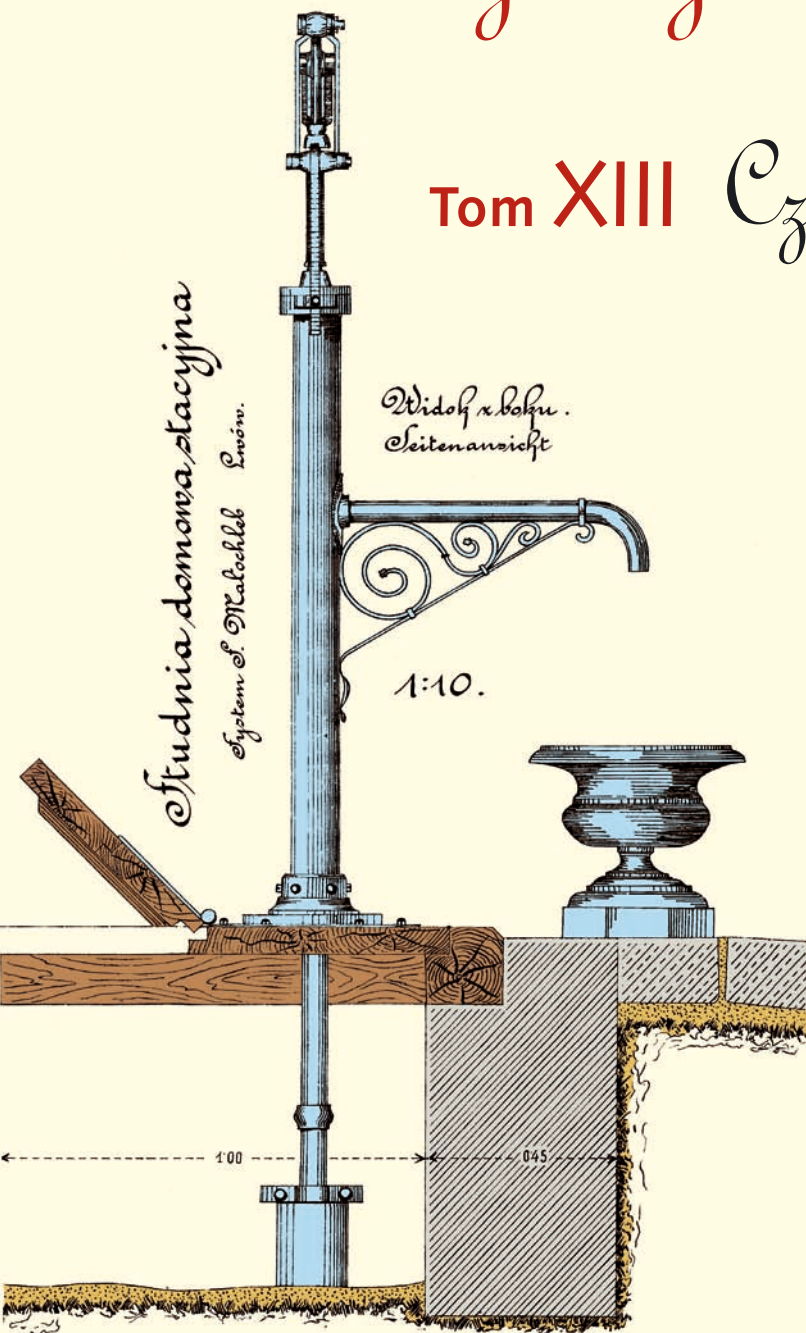


Współczesne problemy hydrogeologii

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 Staško
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

Sebastian Buczyński, Bartłomiej Rzonca

Wstępna charakterystyka krenologiczna Gór Bialskich

Preliminary Hydrological Description of Springs of the Bialskie Góry Massif

Słowa kluczowe skały krystaliczne, wody podziemne, źródła, Góry Bialskie

Key words hard rocks, groundwaters, springs, Bialskie Mts.

Abstract Paper presents the results of hydrogeological mapping and research on pH, electrical conductivity and temperature of spring waters in the Bialskie Mts. massif. The objective was to characterize hardrock hydraulic conditions in the upper part of the catchment of the river Biała Łądecka. Investigations demonstrated that the main surface symptoms of groundwater are springs (332) and wetlands (37). Discharge values of springs and wetlands were estimated between $<0,01$ L/s and 20 L/s. Most springs represent 6th Meinzer's class (0,1–1 L/s). In the Bialskie Mts. area, the main factors determining the regime and localization of springs are: tectonics, geology and relief. Analysis of spring spatial distribution showed that the concentrations of springs appear mainly along tectonic zones (faults) and river valleys.

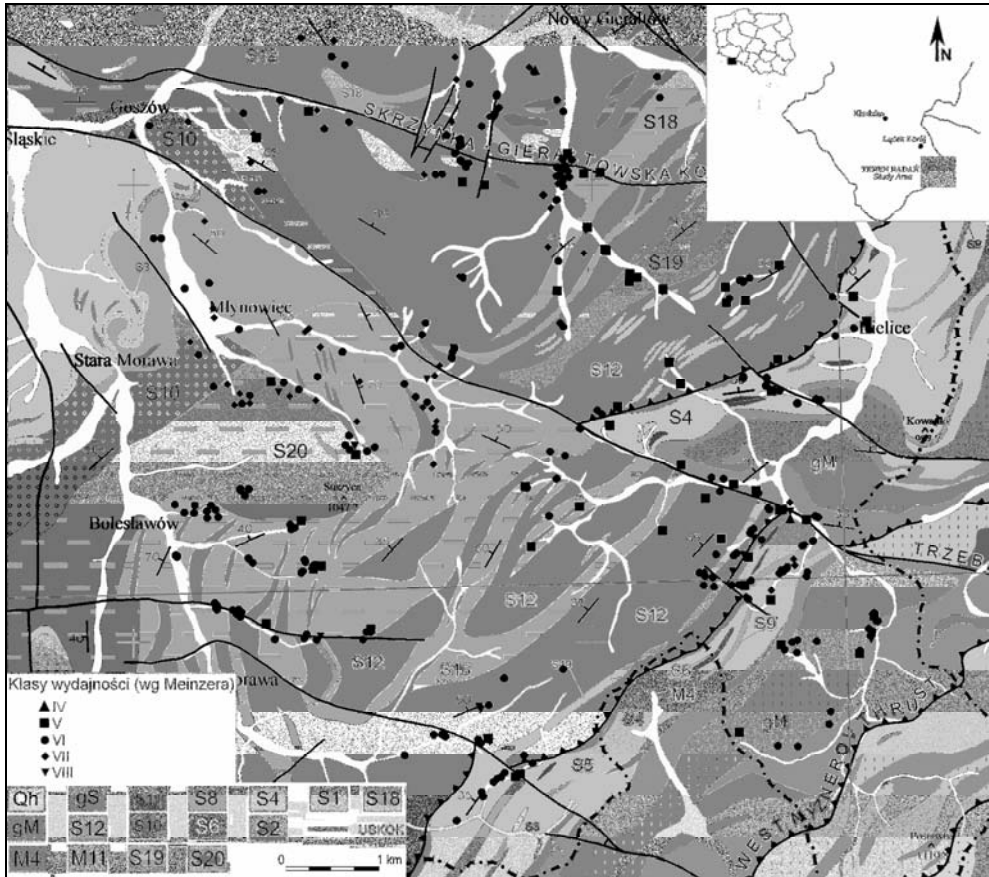
Wprowadzenie

Badania warunków występowania wód podziemnych w skałach krystalicznych, pojemności wodnej i przewodności hydraulicznej tych skał oraz składu chemicznego wód były szeroko poruszane w literaturze światowej i polskiej. Na terenie Ziemi Kłodzkiej badania takie skupiały się głównie w Rowie Nysy Kłodzkiej oraz otaczających go pasmach Gór Bystrzyckich, Orlickich i Żłotych oraz w Masywie Krowiarek i Masywie Śnieżnika (m.in.: Kowalski, 1975; Kryza, 1975; Staško, 1996, 2002; Tarka, 1997, 2006; Bartnik, Walisch, 1997; Ciężkowski i in., 1997; Buczyński, 2005). Najślabiej rozpoznany pod względem hydrogeologicznym i hydrogeochemicznym obszarem Ziemi Kłodzkiej jest będący przedmiotem niniejszej publikacji, stosunkowo nieduży, zwarty masyw Gór Bialskich (rys. 1). Jest on położony w południowo-wschodniej części Kotliny Kłodzkiej i graniczy z Górami Żłotymi i Masywem Śnieżnika w Polsce oraz z Jesenikami w Czechach. Wedle wiedzy autorów, niniejszy komunikat jest pierwszym publikowanym doniesieniem dotyczącym krenologii tego obszaru oraz próbą udokumentowania przestrzennego zróżnicowania podstawowych parametrów fizykochemicznych wód.

Obszar i metodyka badań

Obszarem badań są Góry Bialskie w granicach Polski. Północną i wschodnią granicę obszaru wyznacza dolina Białej Łądeckiej biegnąca od Stronia Śląskiego przez Goszów, Gierałtów i Bielice aż po źródła Białej Łądeckiej, które tworzą dwa strumienie spływające ze stoku Postawnej (Biały Spław) i Smreka (Długi Spław). Południowa granica obszaru badań przebiega grzbietem łączącym górę Smrek i Brunek, a następnie dalej granicą państwa aż do przełęczy Płaszczyna (Płaszczyna). Granicę zachodnią stanowi dolina Morawki.

Źródła i inne naturalne wypływy wód podziemnych występują powszechnie w obszarze badań, a ich położenie i reżim hydrogeologiczny stanowi cenną i często jedyną dostępną informację o warunkach występowania i krążenia wód podziemnych. Zasadnicza część wykonanych badań polegała na inwentaryzacji wypływów, czyli szczegółowym kartowaniu hydrogeologicznym (krenologicznym) masywu Gór Bialskich. Prace terenowe obejmowały zlokalizowanie źródeł i wyznaczenie jego pozycji za pomocą odbiornika GPS oraz pomiary wydajności i określenie podstawowych cech fizyko-chemicznych wody (temperatura, pH, przewodnictwo elektrolityczne właściwe). Po wykonaniu jednokrotnego zdjęcia hydrogeologicznego do pobrania próbek do badań laboratoryjnych wytypowano 10 źródeł reprezentatywnych. Wyniki prac terenowych wprowadzono do programu GIS (MapInfo Professional v. 7.5), który posłużył jako wyjściowa baza danych oraz narzędzie analityczne do obróbki danych i sporządzenia przestrzennych map rozkładu parametrów fizyko-chemicznych wód podziemnych (Buczyński i in., 2003). W niniejszym komunikacie, ze względu na jego ograniczoną objętość, pominięto charakterystykę wyników badań chemicznych wód, ograniczając się do krótkiego opisu krenologicznego.



Rysunek 1. Źródła na tle mapy geologicznej wg Dona i in. (2003)

Objaśnienia: Qh – aluwia: piaski i żwiry; gS – granitoidy jawornickie; gM – tonality i granitoidy; S1 – paragnejsy i łupki biotytowe; S2 – amfibolity; S4 – łupki lyszczykowe i paragnejsy; S6 – wapień krystaliczne; S9 – leptynity; S10 – gnejsy grubooczkowe i grubosłojowe; S12 – gnejsy drobnoziarniste; S18 – gnejsy gieraltowskie; S19 – gnejsy gieraltowskie z przeobrażoną serią strońska; S20 – gnejsy gieraltowskie z relikami gnejsów śnieżnickich; M1 – amfibolity i metaofiolity; M4 – paragnejsy i gnejsy magmatyczne

Figure 1. Spring locations on the geological map (after Don et al. 2003)

Explanations: Qh – alluvia: sands and gravels; gS – Javornik granitoids; gM – tonalites and granitoids; S1 – paragneisses and biotite schists; S2 – amphibolites; S4 – mica schists and paragneisses; S6 – crystalline limestones; S9 – leptynites; S10 – coarse augen and flaser gneisses; S12 – fine-grained gneisses; S18 – Gieraltów gneisses; S19 – Gieraltów gneisses including metamorphosed Stronie formation; S20 – Gieraltów gneisses within Śnieżnik gneisses relicts; M1 – amphibolites and metaophiolites; M4 – pearl paragneisses and migmatites.

Główną część kartowania hydrogeologicznego przeprowadzono w okresie **1–7 lipca 2006** roku, a prace uzupełniające 16–18 sierpnia 2006 r. Skartowano wypływy wód na obszarze około 48 km², co stanowi około 80% powierzchni Gór Bialskich. Jest to zarazem stan zaawansowania badań na koniec 2006 roku (czas powstania niniejszego komunikatu).

Wyniki

Badania terenowe pozwoliły zarejestrować 369 wypływów wód, co w stosunku do powierzchni skartowanego obszaru równej 48 km² daje wskaźnik krenologiczny 7,68 źródeł na km².

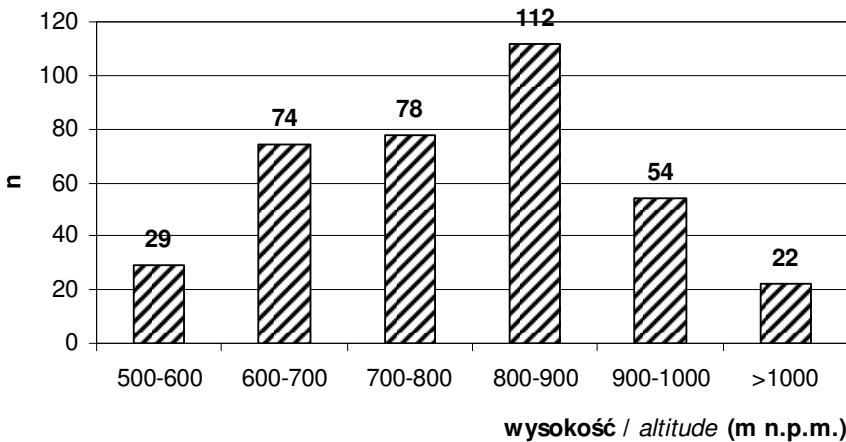
Spośród naturalnych wypływów wód podziemnych najliczniej reprezentowane są źródła (332). Stanowią one 89,9% wszystkich wypływów. Pozostałe wypływy to wysięki (37). Stosunkowo często na badanym obszarze występują miejsca, gdzie kilka źródeł pojawia się na powierzchni od kilku do kilkunastu m² (źródlika).

Źródła Gór Bialskich są najczęściej źródłami o średnich i niskich wydajnościach. Pomiar wydajności wykazały, że ponad 75% źródeł miało wydajność powyżej 0,1 dm³/s. Jedynie 3,52% to źródła o wydajnościach poniżej 0,01 dm³/s (tab. 1). Zdecydowanie dominują wypływy o wydajnościach od 0,1 do 1 dm³/s (VI klasa wg Meinzera – Pazdro, Kozerski, 1990), które stanowią aż 61,79% wszystkich zarejestrowanych wypływów.

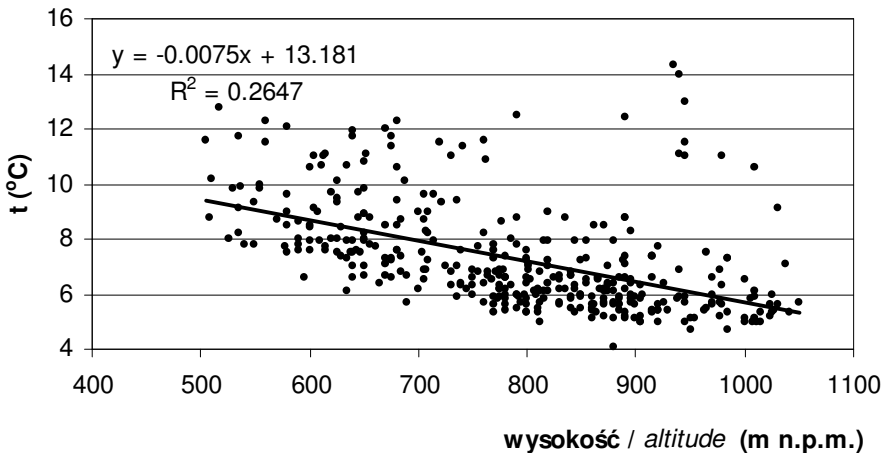
Tabela 1. Podział źródeł na klasy wydajności wg Meinzera (za: Pazdro, Kozerski, 1990)
Table 1. Classification of the springs, according to Meinzer (after: Pazdro, Kozerski, 1990)

Klasa	Wydajność [dm ³ /s]	Liczba źródeł	Udział w sumarycznej liczbie źródeł [%]	Suma wydajności źródeł [dm ³ /s]
IV	10-100	1	0,27	40,00
V	1-10	48	13,01	101,36
VI	0,1-1	228	61,79	77,61
VII	0,01-0,1	79	21,41	2,83
VIII	< 0,01	13	3,52	0,09
ŁĄCZNIE:		369	100	221,89

Sumaryczna wydajność źródeł na danym terenie wyniosła ponad 221,8 dm³/s, co daje wartość odpływu źródlanego 4,62 dm³/s/km². Źródła V klasy wydajności wg Meinzera (1–10 dm³/s), pomimo tego, że stanowią jedynie 13,01% populacji wypływów, dostarczają 101,36 dm³/s wody, czyli niemal 46% sumarycznej wydajności zewidencjonowanych wypływów (tab. 1). Średnia wydajność źródeł V klasy w Górach Bialskich to 2,11 dm³/s.



Rysunek 2. Liczba źródeł (n) w poszczególnych przedziałach wysokościowych
Figure 2. Springs number (n) in the particular altitude intervals



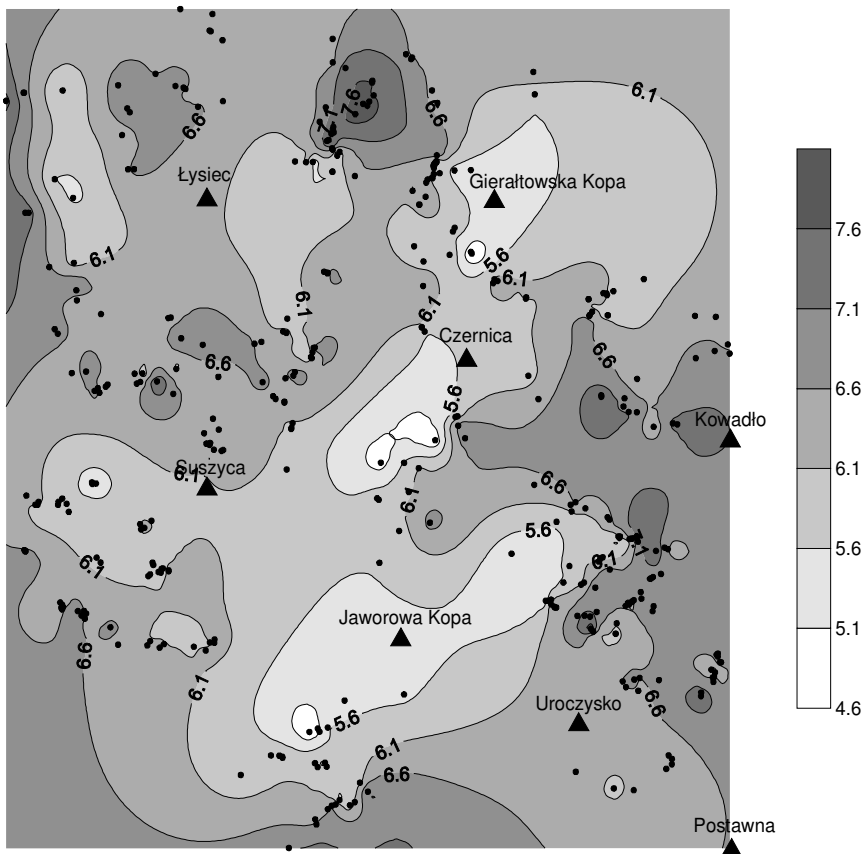
Rysunek 3. Zależność temperatury wód źródeł od wysokości ich występowania
Figure 3. Spring waters temperature vs. spring altitude

Najniżej położone zarejestrowane źródło znajduje się na wysokości 505 m n.p.m., najwyżej na 1050 m n.p.m., zaś najwięcej źródeł położone jest w dwóch przedziałach wysokości: 600–800 m n.p.m. i 800–900 m n.p.m. (rys. 2). Można to wiązać w pierwszym przypadku (przedział 600–800 m n.p.m.) z powierzchniami zrównań występującymi w Górach Białskich w tym przedziale wysokości. W drugim przypadku (800–900 m n.p.m.) występowanie licznych źródeł można interpretować jako skutek dużej gęstości spękań

tektonicznych i wietrzeniowych (rys. 1) oraz położenia obszarów drenażu w dolinach głęboko wciętych potoków związanych ze strefami uskokuowymi.

Nie zaobserwowano zależności pomiędzy wydajnością źródeł, pH i przewodnictwem elektrolitycznym właściwym (PEW) wód źródłanych a wysokością ich położenia.

Temperatura wód źródłanych podczas prowadzenia badań zawierała się w przedziale od 4,1 °C do 14,3 °C. W większej części populacji badanych źródeł widoczny jest w efekt wysokościowy (rys. 3). Spadek temperatury wód źródeł wynoszący ok. 0,66°C na 100 m wysokości związany jest ze zmianami średniej rocznej temperatury powietrza. Wyjątek stanowią niektóre rozległe wsięki oraz źródła leżące wzdłuż linii dyslokacyjnych. Wyższe temperatury wód związane są szybkim nagrzewaniem wody w wsiękach (latem) oraz głębszymi drogami krążenia wód w przypadku źródeł uskokuowych.

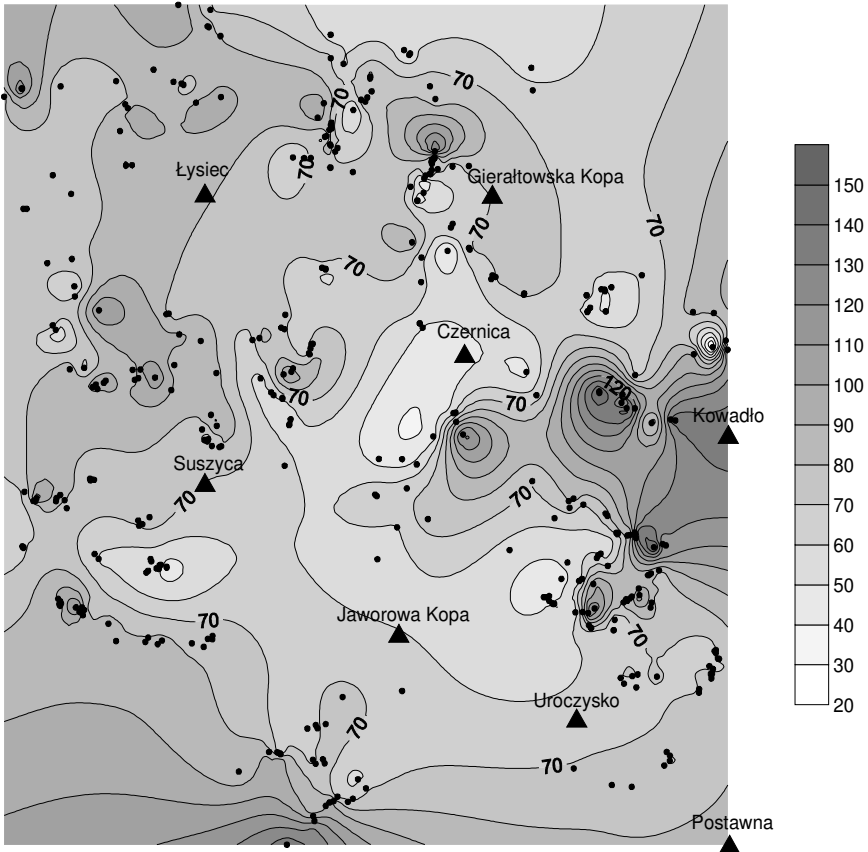


Rysunek 4. Przestrzenne zróżnicowanie wartości pH wód źródłanych

Objaśnienia: • – źródło, ▲ – szczyt

Figure 4. Spatial distribution of the spring waters pH values

Explanations: • – spring, ▲ – mountain peak



Rysunek 5. Przestrzenne zróżnicowanie wartości PEW wód źródłanych

Objaśnienia: • – źródło, ▲ – szczyt

Figure 5. Spatial distribution of the spring waters SEC values

Explanations: • – spring, ▲ – mountain peak

Wartość pH wód podziemnych z okresu kartowania mieściła się w przedziale od 4,54 do 8,00, co klasyfikuje badane wody w grupie od kwaśnych do słabo zasadowych (rys. 4). Z kolei, wartość PEW wody wynosiła od 30,7 do 161,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (rys. 5). Podwyższone wartości pH i PEW związane są z wypływami z wapieni, łupków łyszczykowych i paragnejsów oraz leptynitów i tonalitów występujących po wschodniej stronie nasunięcia stanowiącego granicę pomiędzy jednostką metamorfiku Śnieżnika i strefą Staręgo Města.

Na terenie badań zwracają uwagę trzy miejsca wypływów charakteryzujące się wydajnościami około 10 dm^3/s . Pierwsze położone jest w miejscowości Goszów na lewym brzegu Młynówki, na rzędnej 505 m n.p.m. Jest to źródło ujęte, obudowane kęrami betonowymi. Drugie miejsce to trzy wydajne wypływy w obrębie jednej niszy źródlanej położone przy połączeniu Białej Łądeckiej i potoku Bielawka, na wysokości 795 m n.p.m.

Tworzą je źródła uskokowe położone na przecięciu uskoku Trzebieszowic z dolinami potoków Białej Łądeckiej i Młynówki. Z uskokiem tym, jak i z uskokiem Skrzynka-Gierałowska Kopa oraz z uskokiemi poprzecznymi do nich, związane są strefy podwyższonej liczebności źródeł. Na badanym obszarze najbardziej wydajny (ok. 20 dm³/s) jest wypływ położony na północnym stoku Gołogrzebienia powyżej miejscowości Stary Gieratów, na rzędnej 615 m n.p.m. Wysoką wydajność wypływ ten w pewnej mierze zawdzięcza działaniom technicznym. Jest to najprawdopodobniej stary, poniemiecki dren łąki.

Podsumowanie

W ramach przeprowadzonych prac zinwentaryzowano źródła i wysięki gór Bialskich. Badania wykazały, że dominującymi formami wypływu wód podziemnych są źródła (332) i wysięki (37) o wydajnościach od poniżej 0,01 do 20 dm³/s. Większość źródeł, podobnie jak na pozostałym obszarze Sudetów, reprezentuje VI klasę wydajności według klasyfikacji Meinzera (0,1–1 dm³/s). Charakterystyka krenologiczna Gór Bialskich, wstępnie przedstawiona w niniejszym opracowaniu, pozwala sądzić, że głównym elementem determinującym lokalizację i wydajność źródeł jest budowa geologiczna, a zwłaszcza zaangażowanie tektoniczne skał odgrywające istotną rolę w zawodnieniu badanego masywu. Analizując mapę rozmieszczenia źródeł, można zauważyć, że występują one głównie wzdłuż stref nieciągłości tektonicznych i dolin rzecznych.

Podziękowania

W badaniach w tym trudnym terenie brali udział studenci Uniwersytetu Jagiellońskiego, którym autorzy pragną serdecznie podziękować za zaangażowanie i za włożony trud. Byli to Państwo: **B. Hawełka, Ł. Jankowski, J. Kałnik, M. Kurdziel, J. Lasek, E. Laszczak, A. Leśniak, M. Mazurek, A. Owczarek, J. Plenzler, E. Płaczkowska, M. Rozmus, A. Staszak, D. Szczypczyk, B. Ścisłowicz, A. Tarko, M. Ziemiński i L. Ziółkowski.**

Literatura

- Bartnik A., Walisch M., 1997:– Źródła zlewni Bystrzycy Dusznickiej. *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Geographica Physica* 2: 61-72.
- Buczyński S., 2005: Przejawy występowania wód podziemnych w obszarze źródłowym Nysy Kłodzkiej. *Prace Geologiczno-Mineralogiczne LXXV*, Wyd. UWr: 7-18.
- Buczyński S., Staško S., Rzonca B., 2003: O potrzebie stworzenia bazy danych źródeł. *Współczesne Problemy Hydrogeologii* 11, 1: 253-258.
- Ciężkowski W., Kryza H., Kryza J., Pulina M., Řehák J., Staško S., Tarka R. 1997: *Wody podziemne i wpływ czynników antropogenicznych na ich zasoby i jakość*. W: Jahn A., Kozłowski S., Pulina M. (red.): *Masyw Śnieżnika – zmiany w środowisku przyrodniczym*. Wyd. PAE, Warszawa: 147-167.

- Don J., Skácel J., Gotowała R., 2003: Mapa geologiczna metamorfiku Śnieżnika i Kopyły Velkovrbenskiej. *Geologia Sudetica*, vol. 35.
- Kowalski S., 1975: *Młoty – źródła poziomu kredowego*. W: Przewodnik XLVII Zjazdu PTGeol., Świdnica 22-24.06.1975. Wyd. Geol., Warszawa: 262-265.
- Kryza J., 1975: *Zieleniec – źródła Bystrzycy Dusznickiej*. W: Przewodnik XLVII Zjazdu PTGeol., Świdnica 22-24.06.1975. Wyd. Geol., Warszawa: 268-273.
- Pazdro Z., Kozerski B., 1990: *Hydrogeologia ogólna*. Wyd. Geol., Warszawa: 1-623.
- Staśko S., 1996: Wody podziemne w skałach krystalicznych na podstawie badań wybranych obszarów Sudetów polskich. *Prace Geologiczno-Mineralogiczne* LIII, Wyd. UWr: 1-86.
- Staśko S. 2002: Zawodnienie szczelinowych skał krystalicznych w Sudetach. *Biuletyn PIG* 404: 249-262.
- Tarka R., 1997: Zasilanie wód podziemnych w górskich masywach krystalicznych na przykładzie Masywu Śnieżnika w Sudetach. *Prace Geologiczno-Mineralogiczne* LVI, Wyd. UWr: 1-66.
- Tarka R., 2006: Hydrogeologiczna charakterystyka utworów kredy w polskiej części Sudetów. *Acta Universitatis Wratislaviensis*. Wyd. UWr: 1-177.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2005/2008 jako projekt badawczy (grant MNiI nr 4 T12B 027 29).