

Adam Bartnik, Marek Walisch

ŹRÓDŁA ZLEWNI BYSTRZYCY DUSZNICKIEJ

SPRINGS OF THE BYSTRZYCA DUSZNICKA DRAINAGE BASIN

Opracowanie niniejsze jest próbą prezentacji źródeł zlewni górnej Bystrzycy Dusznickiej na tle budowy geologicznej i tektoniki obszaru. W opracowaniu zwrócono szczególną uwagę na termikę wód źródłanych i związek występowania obszarów źródłiskowych z budową geologiczną zlewni.

WSTĘP

Celem artykułu jest rozpoznanie źródeł w zlewni górnej Bystrzycy Dusznickiej oraz wykrycie przestrzennego zróżnicowania ich wydajności i temperatury.

Sudety charakteryzują się znaczną zmiennością opadów i temperatury, a co za tym idzie, również parowania terenowego i przepływów rzecznych (Kowalski 1990). W rejonie Gór Bystrzyckich i Orlickich zmienność wysokości opadów atmosferycznych jest mniejsza i waha się od 1200 do 1400 mm rocznie w szczytowych partiach gór do 600–650 mm w kotlinach śródgórskich. Wysokość parowania terenowego waha się odpowiednio od 450 do 550 mm. Różnica wysokości opadów atmosferycznych i parowania terenowego, czyli warstwa wody stanowiąca potencjalną możliwość zasilania, wynosi dla badanego obszaru około 550 mm. Średni odpływ niski, utożsamiany z odpływem wód podziemnych, wynosi dla zlewni Bystrzycy Dusznickiej około $3,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Kowalski 1990).

Pomiary terenowe oraz kartowanie powierzchniowych zjawisk wodnych przeprowadzono w lipcu 1993 r. Rok ten na tle wielolecia 1951–1980 odznaczał się w Sudetach opadami niższymi od średniej. Średni miesięczny opad w tym roku wynosił na Śnieżce 84 mm, przy średniej z wielolecia 115 mm. Średnia miesięczna temperatura była również niższa od średniej wieloletniej (Śnieżka: $7,0^\circ\text{C}$, przy średniej: $8,4^\circ\text{C}$). Moduł odpływu rzecznego zlewni Bystrzycy Dusznickiej w tym okresie wynosił $3,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Wydajność mniejszych źródeł pomierzono w terenie metodą podstawowego naczynia, większych zaś, przy zastosowaniu młynka hydrometrycznego typu Hega 1. Wyniki badań przedstawiono w formie zestawień tabelarycznych oraz wykresów, które w sposób ogólny prezentują wybrane zależności, objaśnienia tekstowe natomiast, interpretują podane wartości liczbowe.

Zawarta w artykule charakterystyka źródeł nie dotyczy zmian ich wydajności w czasie, a także nie interpretuje warunków atmosferycznych w okresie prowadzonych badań.

BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Rozpatrywany obszar może być traktowany jako jednostka hydrogeologiczna składająca się z trzonu zbudowanego ze skał krystalicznych oraz otoczki skał osadowych z pokrywą zwietrzelinową i rozłamami tektonicznymi. Dominującym piętrzem wodonośnym są osady czwartorzędowo-kredowo-prekambryjskie (Malinowski, Bocheńska, Kowalski 1988).

Góry Orlickie, których pasmo szczytowe stanowi zachodni dział wodny badanej zlewni, zbudowane są z proterozoicznych łupków łyszczykowych nasuniętych od zachodu i sfałdowanych w postaci tzw. nasunięcia Zielenca. Na wysokości około 800 m n.p.m. rozpoczyna się dolna krawędź tego nasunięcia. W obrębie łupków łyszczykowych występują liczne soczewki dolomitów krystalicznych, odgrywających istotną rolę w powstawaniu źródeł na tym obszarze. Ich obecność wpływa także na styl struktur tektonicznych w okolicach Zielenca, Granicznej i Dusznik Zdroju, a także na morfologię terenu. Pozostałą część zlewni tworzą utwory górnej kredy zalegające w depresji śródsudeckiej i przykrywające proterozoiczne podłoże krystaliczne zbudowane z gnejsów. Osady te, o zmiennej miąższości, należą do zachodniego obrzeżenia górnej Nysy Kłodzkiej i są w dużym stopniu wychylone z ich pierwotnego, horyzontalnego położenia (Cymerman 1992). Wywołały to intensywne, trzeciorzędowe, blokowe ruchy dysjunktywne. Sedymentacja utworów kredy rozpoczęła się tu w cenomanie i trwała przez cały turon, z maksimum transgresji w dolnym turonie. Osady cenomanu występujące w okolicach Dusznik Zdroju i Podgórze reprezentowane są przez piaskowce mułowcowe, kwarcowo-skalieniowe z glaukonitem i ciosowe. Występują one prawdopodobnie wszędzie w spągu osadów górno-kredowych, a ich ewentualny brak spowodowany był późniejszymi procesami tektonicznymi. Główną litofacją turonu są margle ilasto-krzemionkowe, których wychodnie stwierdzono w okolicach Granicznej i Podgórze. Stoki wzniesień nad doliną Bystrzycy,

w południowo-wschodniej części zlewni, zbudowane są z piaskowców kwarcowo-skaleniowych. W ich spągu mogą lokalnie występować wapienie piaszczyste przechodzące stopniowo w mułowce margliste i margle ilasto-krzemionkowe.

Budowa geologiczna tego obszaru została zmodyfikowana przez późniejsze (postturońskie) deformacje dysjunktywne (uskoki, nasunięcia, wychylenia i rotacje) poszczególnych bloków. Młodoalpejskie ruchy tektoniczne objęły swym zasięgiem nie tylko starsze, waryscyjskie struktury metamorfiku, ale także osady górnej kredy. Powstałe w wyniku tych ruchów uskoki tworzą dwa główne systemy: równoleżnikowy i skośny, o kierunku biegnącym z północnego zachodu ku południowemu wschodowi. Do uskoków równoleżnikowych należą uskoki Granicznej-Paszkowa i Podgórze-Pokrzywnej. Do uskoków o kierunkach południkowych należą uskoki Duszniki-Zdrój-Spalona i Szczytna-Spalona.

W wyniku alpejskich ruchów blokowych i intensywnego wietrzenia chemicznego w trzeciorzędzie wytworzyły się powierzchnie zrównań, zachowane obecnie na różnych poziomach hipsometrycznych. Na obszarze zlewni Bystrzycy Dusznickiej wyróżnić można dwie z nich: grzbietową i stokową. Z nimi związane są podmokłości i rozległe zabagnienia (Topielisko, Czarne Bagno), wypełnione namułami, iłami zwietrzelinowymi, glinami deluwialnymi oraz torfami. Torfowisko pod Zieleńcem, jedno z największych i najpiękniejszych torfowisk wysokich w Polsce, objęte jest ochroną rezerwatową.

Ośią zlewni Bystrzycy Dusznickiej jest prostolinijna dolina rzeczna przebiegająca z południowego wschodu ku północnemu zachodowi i wcinająca się pomiędzy pasma Gór Orlickich i Bystrzyckich. W efekcie, na całym odcinku od Zieleńca do Dusznik Zdroju dolina Bystrzycy Dusznickiej ma charakter przełomowy. Stoki Gór Bystrzyckich i Orlickich są ponadto odwadniane przez Młynówkę, Biały Potok, Wapienny Potok, Podgórną oraz Czerwony Potok.

Pierwszy poziom wód podziemnych występuje na zboczach dolin pokrytych zaginionym rumoszem skalnym oraz w stożkach napływowych i poziomach terasowych występujących w dolinie Bystrzycy Dusznickiej. W zwietrzelinach stokowych gromadzą się ponadto płytkie wody podziemne. Poziom ich zwierciadła uzależniony jest bezpośrednio od opadów atmosferycznych. Często są one w kontakcie hydraulicznym z wodami szczelinowymi w niżej leżących skałach metamorficznych lub osadowych.

W znacznej części zlewni Bystrzycy Dusznickiej występują wody szczelinowe w skałach metamorficznych. Są to zarówno wody głębokiego krążenia, jak i wody płytkich szczelin wietrzeniowych zasilane głównie przez opady atmosferyczne. Wy wpływy tych wód na powierzchnię są w większości zamaskowane przez zwietrzeliny stokowe lub osady den dolinnych, tworząc często niewielkie podmokłości.

Najzasobniejszym zbiornikiem wód podziemnych na badanym obszarze są osady górnej kredy, a w szczególności piaskowce ciosowe cenomanu i turonu. Charakteryzują się one dość dużą porowatością oraz silną szczelinowatością; przewodzą więc zarówno wody warstwowe, jak i porowe (Różycki 1975).

Kredowy zbiornik wodonośny na obszarze zlewni Bystrzycy Dusznickiej jest bardzo słabo poznany (Cymerman 1992). Poszczególne poziomy wodonośne są tu izolowane przez mniej spękaną poziomą marglistę. Wody w utworach kredowych odznaczają się dobrą jakością i słabym zmineralizowaniem. Przepływ wody w pokrywie zwietrzelinowej oraz w ośrodku szczelinowatym jest bardzo złożonym zagadnieniem, odbywa się bowiem w warunkach różnego nasycenia oraz różnego charakteru ruchu wód podziemnych (Kowalski 1990). Sudecka pokrywa zwietrzelinowa stanowi specyficzny typ porowatej struktury wodonośnej. Pionowe i poziome przemieszczanie się wody następuje tutaj na zasadzie kapilarności zawieszanej oraz frontu zwilżenia strefy infiltracji. Na znacznym obszarze występowania gliniasto-rumoszowej pokrywy zwietrzelinowej ma miejsce drenaż wody z niezupełnie nasyconego ośrodka skalnego. Złożony charakter cechuje również środowisko skał szczelinowatych. Przepływ odbywa się tu w sieci szczelin, które drenują wodę również z niespękaną część skały.

ŹRÓDŁA ZLEWNI BYSTRZYCY DUSZNICKIEJ

Zlewnia górnej Bystrzycy Dusznickiej ma powierzchnię 24,5 km² i położona jest w Sudetach Środkowych. Ma ona wydłużony kształt o przebiegu południkowym (wskaźnik formy – 0,24; wskaźnik wydłużenia – 0,56). Jej dział wodny wykazuje słabe rozwinięcie (wskaźnik zwartości – 1,36). Około 70% działu wodnego górnej Bystrzycy Dusznickiej pokrywa się z europejskim działem wodnym oddzielającym zlewisko Morza Bałtyckiego od zlewiska Morza Północnego. Średnia ważona wysokość zlewni wynosi 770,8 m n.p.m., a deniwelacje osiągają 555 m, przy zachowaniu dość dużego nachylenia, które wynosi według wskaźnika Strahlera 55,5 m · km⁻¹. Urzeźbienie wynika z urozmaiconej budowy geologicznej. Oba te czynniki wpływają w znacznym stopniu na charakter i wykształcenie sieci rzecznej, czego liczbowym wyrazem jest wskaźnik gęstości sieci Neumanna wynoszący 1,76 km · km⁻².

Złożoność warunków hydrogeologicznych tego regionu wynika z ciągu przyczynowo-skutkowego, oddziaływania na siebie czynników geologiczno-tektonicznych i fizycznogeograficznych (Kowalski 1990). Rzeźba terenu wiąże się z budową geologiczną, zaś zróżnicowanie elementów hydrologicznych

wynika między innymi właśnie z urzeźbienia terenu (wysokości względnych oraz ekspozycji zboczy).

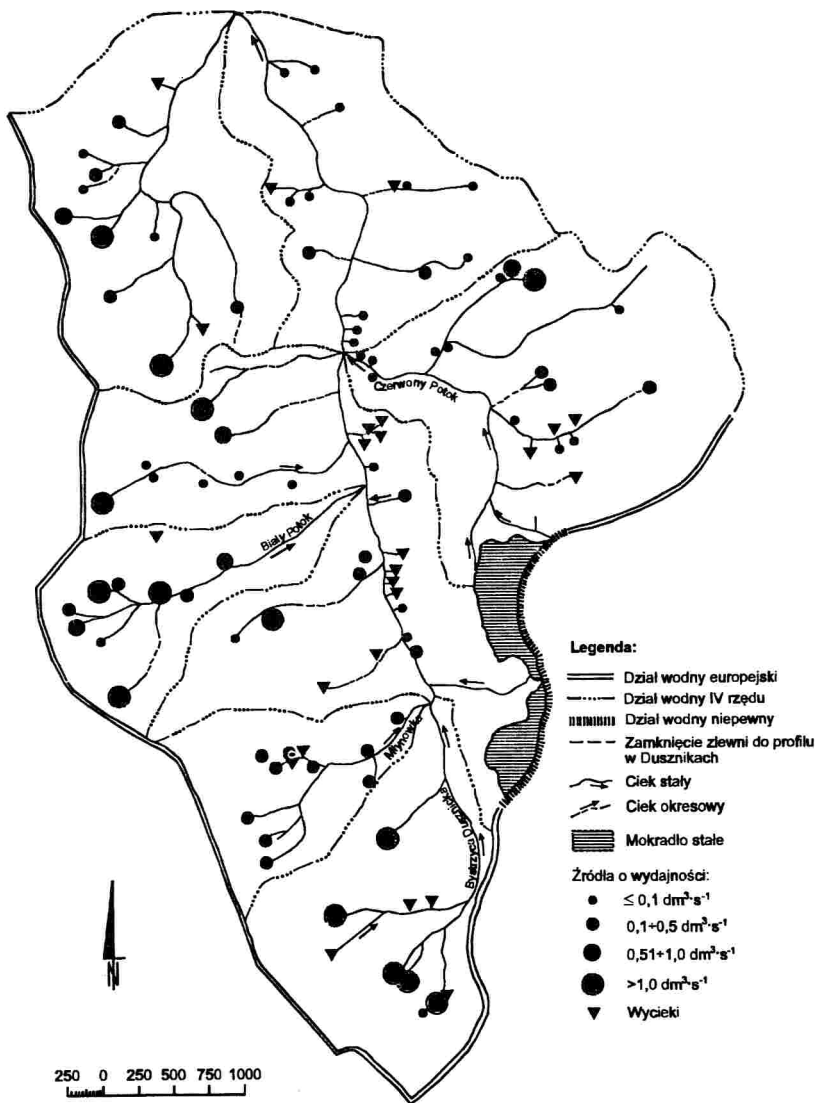
Źródła Bystrzycy Dusznickiej były dotychczas obiektem zainteresowań J. K r y z y (1975). Wyniki swoich badań przedstawił on na XLVII Zjeździe Polskiego Towarzystwa Geologicznego w Świdnicy. Analizując źródła położone na południe od wsi Zieleniec, rozpoznał trzy ich typy: szczelinowe, szczelinowo-rumoszowe oraz rumoszowe. Pięć takich dużych wypływów, rozciągających się na odcinku 150 m, daje początek Bystrzycy Dusznickiej. Woda wypływa tu ze szczelin w łupkach łyszczykowych pokrytych niewielkiej miąższości zwietrzeliną. Wydajność tego kompleksu wypływów zmienia się w zależności od opadów w granicach od 18 do 36 $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a temperatura wody zbliżona jest do średniej rocznej temperatury okolic Zielenca (latem 6,3°C, a późną jesienią 5°C, przy temperaturze powietrza -1°C).

W czasie badań, prowadzonych w lipcu 1993 r., zarejestrowano na obszarze zlewni górnej Bystrzycy Dusznickiej ponad 100 wypływów lub ich zgrupowań, z czego ponad 20 zaklasyfikowano jako wycieki. Ze względu na trudności w dokładnym zmierzeniu wydajności wypływów o wartościach poniżej 0,1 $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ jedynie ich lokalizacja została przedstawiona na mapie (rys. 1); pominięto je natomiast w dalszej części opracowania, w tym w zestawieniach tabelarycznych.

Najbardziej wydajne źródła lub ich zgrupowania znajdują się w części zachodniej zlewni, w strefie krawędzi nasunięcia Zielenca. Dolna granica tej krawędzi przebiega na wysokości około 800 m n.p.m. Wzdłuż wschodniego zbocza doliny Bystrzycy Dusznickiej, na odcinku od ujścia Młynówki do ujścia Czerwonego Potoku, mamy natomiast do czynienia z dużą ilością małych źródeł oraz wycieków dolinnych i przykorytowych. Są one związane z erozyjnym podcięciem stoków przez rzekę. Południowo-wschodnia część zlewni pozbawiona jest wypływów wód podziemnych. Na tym obszarze występują bowiem rozległe podmokłości w postaci wymienionych torfowisk. Są one odwadniane decentrycznie przez cieki o dużej sezonowej zmienności przepływu.

Spośród 70 wypływów wód podziemnych uwzględnionych w zestawieniach, największa ich liczba przypada na przedział wysokościowy 700–750 m n.p.m. Średnia wydajność pojedynczego źródła w tym przedziale jest jednak bardzo niska (0,25 $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) i w stosunku do wydajności średniej z całego badanego obszaru (1,29 $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), stanowi jej znikomy procent (tab. 1, rys. 2).

Strefa wysokościowa 750–900 m n.p.m., w obrębie której przebiega granica nasunięcia Zielenca, jest natomiast strefą obfitującą w najbardziej wydajne źródła. Średnia wydajność pojedynczego wypływu wynosi tu około 2,5 $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Zjawisko to ilustruje rys. 3.



Rys. 1. Przejawy wód podziemnych w zlewni górnej Bystrzycy Dusznickiej w lipcu 1993 r.

Fig. 1. Distribution of ground water outflows in the upper Bystrzyca Dusznicka basin in July 1993

Legend:

- European watershed
- the 4th order watershed
- unsteady watershed
- closing up the basin to the Duszniki profile
- permanent stream
- intermittent stream
- perennial swamp

Discharge of spring water

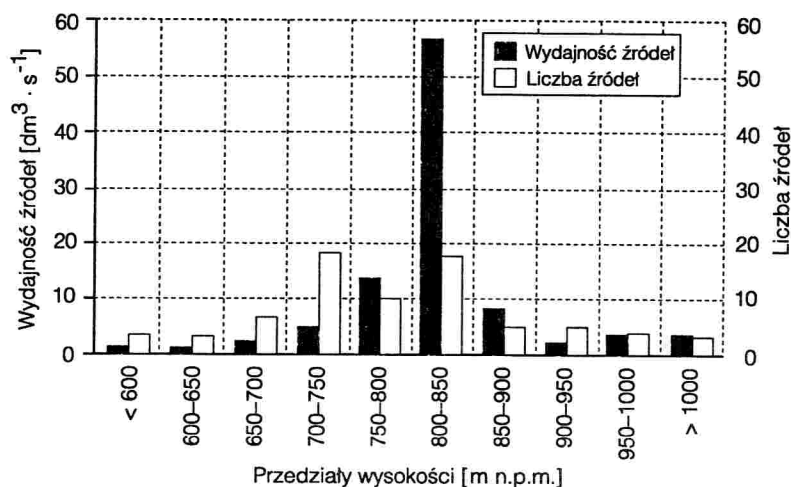
- spring sappings

Tabela 1

Wydajność źródeł zlewni górnej Bystrzycy Dusznickiej w przedziałach wysokościowych

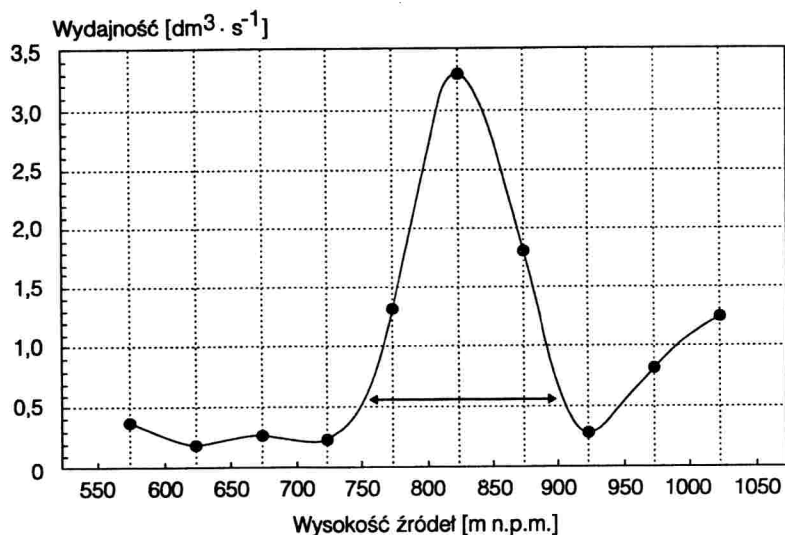
Spring yield at the height-intervals of the upper Bystrzyca Dusznicka basin

Wysokość (m n.p.m.)	Suma wydajności ($\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Ilość źródeł	Udział procentowy wydajności (%)	Śred. wyd. jednego źródła ($\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
poniżej 600	1,08	3	1,19	0,36
600–650	0,57	3	0,63	0,19
650–700	1,61	6	1,78	0,27
700–750	4,42	18	4,89	0,25
750–800	13,28	10	14,68	1,33
800–850	55,94	17	61,85	3,29
850–900	7,33	4	8,10	1,83
900–950	1,20	4	1,33	0,30
950–1000	2,52	3	2,79	0,84
powyżej 1000	2,50	2	2,76	1,25
Suma	90,45	70	Średnia	1,29



Rys. 2. Wydajność i liczba źródeł w przedziałach wysokościowych

Fig. 2. Spring yield and spring number in the height-intervals



Rys. 3. Średnia wydajność pojedynczego źródła w zależności od wysokości źródła n.p.m.

Fig. 3. Average yield of an individual spring according to its altitude above sea level

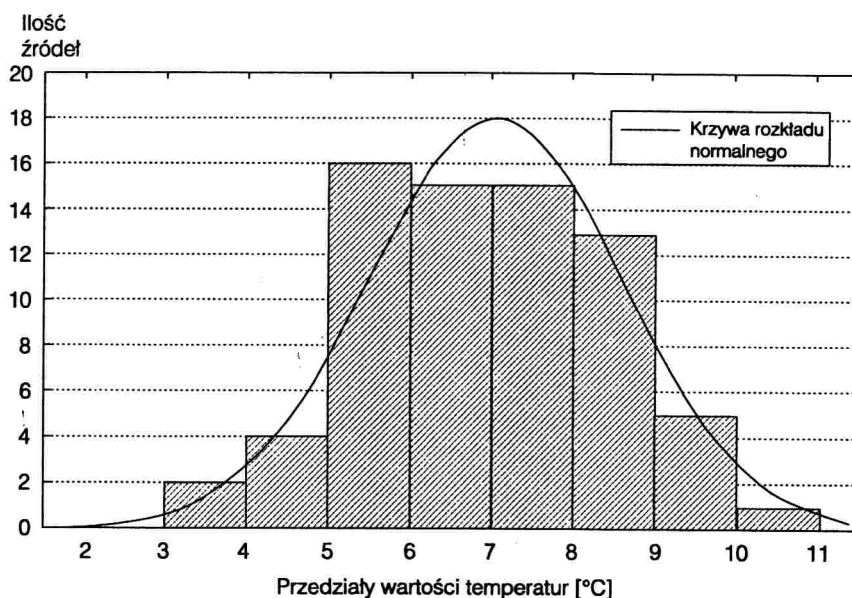
Tabela 2

Zależność temperatury źródeł od wysokości n.p.m.

Dependence of the spring water temperature upon absolute altitude

Wysokość (m n.p.m.)	Średnia temp. (°C)	Liczba wypływów				Razem wypływów
		< 4°C	4,1–6°C	6,1–8°C	8,1–10°C	
poniżej 600	9,8				3	3
600–650	8,4			1	2	3
650–700	7,6		1	4	1	6
700–750	7,1		6	7	5	18
750–800	7,3		1	5	4	10
800–850	6,8		6	8	3	17
850–900	6,5		0	3	1	4
900–950	6,0		3	1		4
950–1000	4,3	1	2			3
powyżej 1000	4,7	1	1			2
Średnia	7,0	2	20	29	19	70

←———— Suma —————→



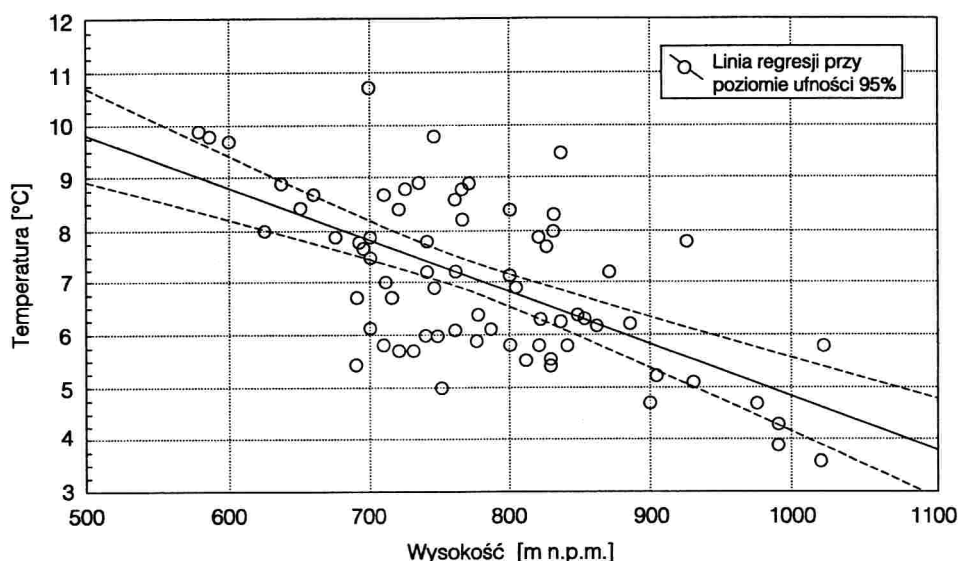
Rys. 4. Rozkład temperatur wody źródeł Bystrzycy Dusznickiej. Wartość testu Shapiro-Wilka $W = 0,973$, $p < 0,342$

Fig. 4. Range of the Bystrzyca Dusznicka spring water temperatures; Shapiro-Wilk's test values $W = 0,973$, $p < 0,342$

Nasunięcie Zieleńca jest zdyslokowaną strefą graniczną między dwoma blokami, które ulegały nie tylko zróżnicowanym ruchom pionowym, ale także znacznym wychyleniom i rotacji (C y m e r m a n 1992). Efektem tego jest spękanie i potrzaskanie całego tego obszaru. Wody szczelinowe nie są tu jednak prawdopodobnie wodami głębokiego krążenia. Świadczy o tym chociażby fakt, że nie spotyka się tu cieplic, uważanych za przejaw takiego typu krążenia (R ó ż y c k i 1970). Niska temperatura źródeł oraz fakt, że nasunięcie Zieleńca pokrywa się z obszarem zasilania tego regionu, przesądza o lokalnym typie krążenia. W krążeniu tym decydującą rolę odgrywa tektonika dysjunktywna. Dlatego też, cała strefa nasunięcia Zieleńca jest bogata w wydajne wypływy wód podziemnych.

W dalszej części analizy poddano zależność temperatury wody źródeł od ich wysokości n.p.m. Wyniki przedstawiono w tab. 2 oraz graficznie na rys. 4. Badano zgodność rozkładu temperatury wody źródeł zlewni Bystrzycy Dusznickiej z rozkładem normalnym. Zastosowano tu test Shapiro-Wilka otrzymując wynik świadczący o zgodności obu rozkładów.

Wartość współczynnika korelacji zależności temperatury wody od wysokości bezwzględnej źródeł badanej zlewni ($r = -0,62$), świadczy o silnej i istotnej statystycznie zależności odwrotnej tych elementów (rys. 5).



Rys. 5. Zależność temperatury wody źródeł od ich wysokości w zlewni Bystrzycy Dusznickiej

Fig. 5. Dependence of spring water temperature upon the absolute altitude of springs in the Bystrzyca Dusznicka basin

Jak wynika z wykresu, na terenach wysoko położonych przeważają zimne źródła szczelinowe, niżej zaś częściej spotykamy wypływy rumoszowe (cieplejsze). Przebieg linii regresji zakłócony jest przez silnie oddziałującą „chmurę” punktów w jej części środkowej. Takie zagęszczenie punktów świadczy o tym, że w strefie wysokościowej 700–900 m n.p.m. występują źródła zarówno szczelinowe (najzimniejsze), jak i szczelinowo-rumoszowe (cieplejsze) czy też rumoszowe (najcieplejsze). Zasięg występowania tej strefy pokrywa się z przebiegiem dolnej granicy nasunięcia Zielenca. Wypiętrzone i potrzaskane łupki łyszczykowe budujące szczytowe partie Gór Orlickich sprzyjają więc powstawaniu nie tylko źródeł szczelinowych, ale także źródeł szczelinowo-rumoszowych, jako że pokryte są one różnej miąższości zwietrzeliną pochodzącą ze skał tworzących nasunięcie.

Wraz ze wzrostem wysokości zmniejsza się temperatura wody źródlanej. Dla badanego okresu gradient ten wynosił 1°C na 100 m. Dla porównania, spadek temperatury wody wraz z wysokością dla źródeł Masywu Śnieżnika wynosi w miesiącach letnich $0,55^{\circ}\text{C}$ na 100 m (K r y z a 1988).

Przebadano także zależności wydajności źródeł od wysokości bezwzględnej oraz jej powiązania z temperaturą wody źródlanej. Nie wykryto jednak żadnych istotnych statystycznie związków. Brak takich zależności spowodowany jest dużą zmiennością wydajności źródeł w środkowym przedziale wysokościowym (700–900 m n.p.m.).

WNIOSKI

Obszar zlewni Bystrzycy Dusznickiej uwzględniony w niniejszym opracowaniu, należy do bardzo ciekawych pod względem środowiskowym. Na szczególną uwagę zasługuje jego geologia i tektonika, która w znacznym stopniu determinuje lokalizację i wydajność źródeł. Z zebranego materiału i jego analizy można wysnuć kilka zasadniczych wniosków:

1. Źródła o największej wydajności występują głównie w strefie krawędziowej nasunięcia Zielenca.

2. Potrząskane i spękanе wskutek ruchów dysjunktywnych struktury nasunięcia Zielenca umożliwiają penetrację szczelin skalnych przez wody opadowe, co umożliwia powstawanie zarówno źródeł szczelinowych, jak i szczelinowo-rumoszowych czy też rumoszowych.

3. Wypływy o najmniejszej wydajności skoncentrowane są głównie wzdłuż prawego zbocza erozyjnie podciętej doliny Bystrzycy Dusznickiej i posiadają przeważnie charakter rumoszowy.

4. Rozkład temperatur wody źródeł w zależności od wysokości jest tu dość typowy i ma rozkład zbliżony do normalnego. Temperatura wody źródeł waha się od 4,3 do 9,9°C.

5. Współczynnik korelacji temperatury wody źródeł i ich wysokości n.p.m. wykazuje silną zależność odwrotną ($r = -0,62$).

6. Na terenie zlewni górnej Bystrzycy Dusznickiej, na obszarach położonych wyżej, przeważają zimne źródła szczelinowe, niżej zaś – cieplejsze źródła rumoszowe.

7. Gradient spadku temperatury wody źródeł górnej Bystrzycy Dusznickiej wynosi 1°C na 100 m.

8. Nie zaobserwowano żadnych istotnych statystycznie związków wydajności i temperatury. Fakt ten należy tłumaczyć dużą różnorodnością wydajności wpływów o tej samej temperaturze lub położonych na tej samej wysokości.

LITERATURA

- Cymerman Z., 1992, *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Sudetów 1:25000*, arkusz Duszniki Zdrój, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa
- Kowalski S., 1990, *Środowisko przyrodnicze występowania wód podziemnych w regionie Sudeckim*, Acta Univ. Wratislav., nr 1305, Prace Geologiczno-Mineralogiczne, t. XXIV, Wrocław
- Kryza H., 1988, *Formowanie się odpływu podziemnego w zlewniach górskich Masywu Śnieżnika*, nr 964, Prace Geologiczno-Mineralogiczne, t. XL, Wrocław
- Kryza J., 1975, *Zieleniec – źródła Bystrzycy Dusznickiej*. Przewodnik XLVII Zjazdu PTG w Świdnicy, s. 268–273, Wyd. Geol., Warszawa

- Malinowski J., Bocheńska T., Kowalski S., 1988, *Geologiczno-strukturalne i geomorfologiczne podstawy podziału hydrogeologicznego obszaru sudeckiego*, Acta Univ. Wratislav., nr 1004, Prace Geologiczno-Mineralogiczne, t. XII, PWN
- Różycki M., 1970, *Stratygraficzno-facjalna klasyfikacja zbiorników wód podziemnych na obszarze Sudetów*, Przegl. Geol., z. 12, Warszawa

Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej
Uniwersytetu Łódzkiego

Adam Bartnik, Marek Walisch

SUMMARY

This article is an attempt of a presentation concerning the springs of the upper part of the Bystrzyca Dusznicka drainage basin against a background of the tectonic structure and geology. All the measurements and mapping of the surface hydrographical objects were carried out in July 1993.

The most important tectonic element of the researched area, which determines the spatial layout and the features of the springs, seems to be the Zieleniec overthrust consisting of the folded Proterozoic mica slates. The lower edge of its overthrust is at a height of 800 m. The rest of the drainage basin is formed of upper Cretaceous sediments dipping in the inner-Sudeten syncline. Later alpine deformations modified the geological structure of this area. The faults formed in such a way as to form 2 systems of crackings: the parallel one and slanted one running NW to SE. The Bystrzyca Dusznicka valley which runs alongside the axis of the drainage basin shows the water-gap character.

In the researched area the authors observed either subsurface water in the mantle rocks, or fissure water circulating in the deeper metamorphic rocks. The upper Cretaceous porous sandstones form the most capacious underground water basin. Each water-bearing underground water horizon is separated with marly rocks.

From among springs of the researched area three basic types of them were distinguished: fissure, fissure-mantle and mantle springs. Five big fissure springs ranged between 18 and 36 dm³·s⁻¹ form the source of the Bystrzyca Dusznicka river. In the drainage basin area over 100 outflows were recorded of which more than 20 were classified as spring sappings. The springs with the biggest average yield equal 2,5 dm³·s⁻¹ found in the escarpment zone of the mentioned above overthrust, whereas alongside the eastern undercut there are many small springs and spring sappings of the valley and channel character.

Value of the correlation coefficient between spring water temperature and its altitude is equal to $r = -0,62$. It testifies to the evident inversely proportional relationship between these factors. In the upper parts of the basin fissure springs dominate whereas in the lower parts – hotter mantle ones do. At the height-interval of 700–900 m there are either mantle springs or fissure ones.

The conclusions which flow from this article prove the thesis that in the mountainous areas the following factors determine the regime and localization of springs: tectonics, geology and relief of the researched area.