

ŹRÓDŁA W BIESZCZADACH WYSOKICH

Springs in the High Bieszczady Mountains

Abstract: Characteristic of springs occurrence in the High Bieszczady Mountains (Outer Carpathians) is presented. Types of springs, its discharge and spring density index are described. Moreover distribution of springs in relation to geological structures and tectonics of the study area have been analysed. Results of research available in publications of various authors and results obtained from mapping of springs in the Polonina Wetlińska massif which was carried out in 2009–2011 are compared in the paper

Key words: Outer Carpathians springs, spring density index.

Wstęp

Źródła są jednym z charakterystycznych – choć często nie spektakularnych – elementów środowiska przyrodniczego Bieszczadów. Ich lokalizacja, wydajność oraz cechy fizyko-chemiczne wód pozostają w ścisłym związku z budową geologiczną, morfologią terenu, warunkami klimatycznymi i szatą roślinną. Analiza warunków krenologicznych wiąże się z koniecznością przeprowadzenia szczegółowego kartowania terenowego. Z tego względu rozpoznanie źródeł w polskich Karpatach dotyczy jedynie wybranych obszarów. Stan wiedzy o krenologii Bieszczadów w ciągu ostatnich dwóch dekad został wzbogacony o szczegółowe badania w zlewniach elementarnych.

W latach 1994–1995 Łajczak (1996) wykonał kartowanie hydrologiczne na potrzeby Planu Ochrony Bieszczadzkiego Parku Narodowego (BdPN). Kartowaniem objęto wówczas zlewnie: Wołosatki, Terebowca, Rzeczycy oraz górnej części potoku Nasiczniańskiego. Po roku 2000 pojawiły się dwa kolejne niepublikowane opracowania, zawierające charakterystykę hydrograficzną zlewni Hylatego (Bogusz 2004) oraz Hylatego wraz z Rzeką (Żurek 2005).

Ważnym źródłem informacji o warunkach krenologicznych Bieszczadów jest nowy Operat ochrony zasobów przyrody nieożywionej BdPN (Łajczak i in. 2010). Zawarto w nim mapę hydrograficzną centralnej części Parku w skali 1:10 000, na której zaznaczono rozmieszczenie źródeł, cieków, obszarów podmokłych, a także wodospadów i miejsc zaniku cieków.

Szczegółowe badania źródeł prowadzono także w zlewni górnej Wołosatki, gdzie opracowana została pełna charakterystyka wpływów wód podziemnych, uwzględniająca geologiczne i geomorfologiczne uwarunkowania występowania źródeł (Rzonca i in. 2008; Siwek i in. 2009). W zlewni tej określono ponadto tło hydrochemiczne (Siwek, Rzonca 2009), a także wskazano czynniki, które kształtują skład chemiczny wód źródłanych (Siwek i in. 2012).

Od 2004 r. prowadzony jest stały monitoring dwóch źródeł w Bieszczadach – w Wetlinie i Dwerniczku (Kazimierski 2004). Przeglądowy opis warunków krenologicznych w zlewniach Sanu i Solinki powyżej Jeziora Solińskiego znajduje się w opracowaniu pod redakcją Rzoncy i Siwka (2011).

Celem niniejszego artykułu jest synteza dostępnych informacji na temat warunków krenologicznych w Bieszczadach Wysokich.

Materiały i metody

Niniejsze opracowanie opiera się na materiałach dostępnych w publikacjach naukowych i niepublikowanych operatach. Dane krenologiczne zawarte w pracach: Łajczaka (1996), Bogusz (2004), Żurka (2005), Rzoncy i in. (2008) oraz Łajczaka i in. (2010) zostały wykorzystane przez autorów do wykonania własnych analiz. Uwzględniono w nich także oryginalny materiał uzyskany w trakcie wciąż realizowanego projektu badawczego, dotyczącego wpływów wód podziemnych w masywie Połoniny Wetlińskiej (Siwek i in. 2011). Do końca 2011 r. zrealizowano 94% planowanego kartowania hydrograficznego.

Analizę położenia wpływów w relacji do budowy geologicznej wykonano przy użyciu programu ArcGIS 10, uwzględniając lokalizację 1125 wpływów wód podziemnych zinwentaryzowanych przez Łajczaka (2010 a).

Obszar badań

Bieszczady Wysokie, zgodnie z regionalizacją fizycznogeograficzną Balona i in. (1995), należą do makroregionu Bieszczadów i prowincji Karpat Wschodnich Zewnętrznych. Obszar ten znajduje się na pograniczu dwóch fliszowych jednostek strukturalnych – śląskiej i dukielskiej, zbudowanych z naprzemianległych warstw piaskowców i łupków. Granicę między jednostkami stanowi należąca do jednostki śląskiej strefa przeddukielska, którą charakteryzuje wąski pas skał silnie zaburzonych w wyniku nasunięcia od południa jednostki dukielskiej (Świdziński 1953; Żyto i in. 1973; Haczewski i in. 2007).

W porównaniu do pozostałej części polskich Karpat fliszowych Bieszczady odznaczają się dużą zasobnością wodną, średnią zmiennością odpływu całkowitego oraz niewielkim zasilaniem podziemnym (Dobija 1981), co zdaniem Łajczaka (1996) uwarunkowane jest płytkim krążeniem wód oraz szybkim

odpływem wód dostarczanych przez wysokie opady. Według Ziemońskiej (1973) zasobność wodna południowej części Bieszczadów Wysokich, wyrażona wartością odpływu rocznego, przekracza 676 mm, a odpływ jednostkowy – $20 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, przy czym średni roczny odpływ jednostkowy z najwyższych partii terenu może dochodzić nawet do $40 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Łajczak 1996). W warunkach głębokiej niżówki podziemny odpływ jednostkowy w niewielkich zlewniach w Bieszczadach Wysokich wynosi od 0,9 do $6,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Plenzler i in. 2010).

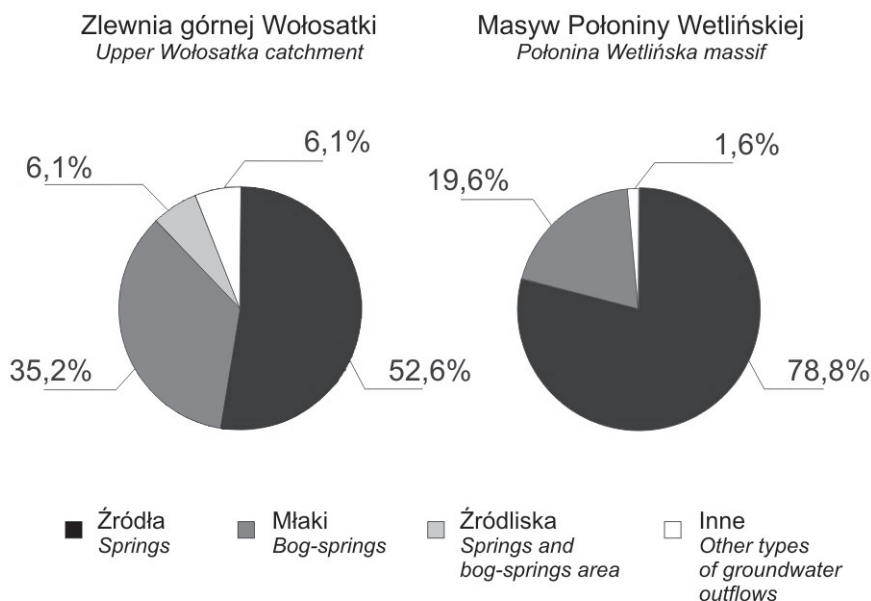
Typy wypływów wód podziemnych

Najczęściej spotykanym typem wypływów wód podziemnych na powierzchnię terenu są w Bieszczadach źródła (Łajczak 1996; Rzonca i in. 2008). W masywie Połoniny Wetlińskiej stanowią one aż 78,8% wszystkich skartowanych wypływów, natomiast w zlewni górnej Wołosatki 52,6%. Drugim pod względem liczebności typem są młaki, które stanowią odpowiednio – 35,2% i 19,6% (Ryc. 1). Pozostałe stwierdzone w terenie typy to wycieki, wysięki i „wykapy”. Zespoły źródeł lub źródeł i młak, znajdujące się w obrębie jednej niszy, są w niektórych pracach wyróżniane jako odrębny typ – źródlika. Źródlika zidentyfikowano m.in. w masywie Połoniny Wetlińskiej, w zlewni górnej Wołosatki (Rzonca i in. 2008) oraz w zlewni potoku Hylatego (Bogusz 2004).

Cieki w Bieszczadach nie zawsze zaczynają się wyraźnym, skoncentrowanym wypływem wód podziemnych. Często w dniu wciosu obserwuje się jedynie niewielkie sączenie wody, której następnie stopniowo przybywa wraz z biegiem cieku. Takie wypływy nie są wyróżniane w literaturze krenologicznej jako osobny typ, dlatego w Bieszczadach obiekty te były rozmaicie klasyfikowane przez różnych autorów. W zlewni górnej Wołosatki (Rzonca i in. 2008) oraz w masywie Połoniny Wetlińskiej (Siwek i in. 2011) były one zawsze klasyfikowane jako źródła. Z kolei, podczas badań w zlewniach Rzeki i Hylatego, Bogusz (2004) i Żurek (2005) wydzielił takie obiekty stwierdzając, iż wraz z wysiękami stanowią one nawet 70% wszystkich wypływów.

Wydajność źródeł

W Bieszczadach Wysokich występują źródła o niewielkich wydajnościach, rzadko przekraczających $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Łajczak 1996; Chowaniec 2002; Chowaniec, Witek 2002 a, 2002 b; Witek 2002; Bogusz 2004; Żurek 2005; Rzonca i in. 2008). Najczęściej mają one charakter wypływów okresowych lub epizodycznych (Łajczak i in. 2010). Prawdopodobnie ta odzwierciedla się również w zlewniach Rzeki i Hylatego (Bogusz 2004; Żurek 2005). W masywie Połoniny Wetlińskiej około 50%, spośród 846 wypływów zinwentaryzowanych w latach 2009–2011,



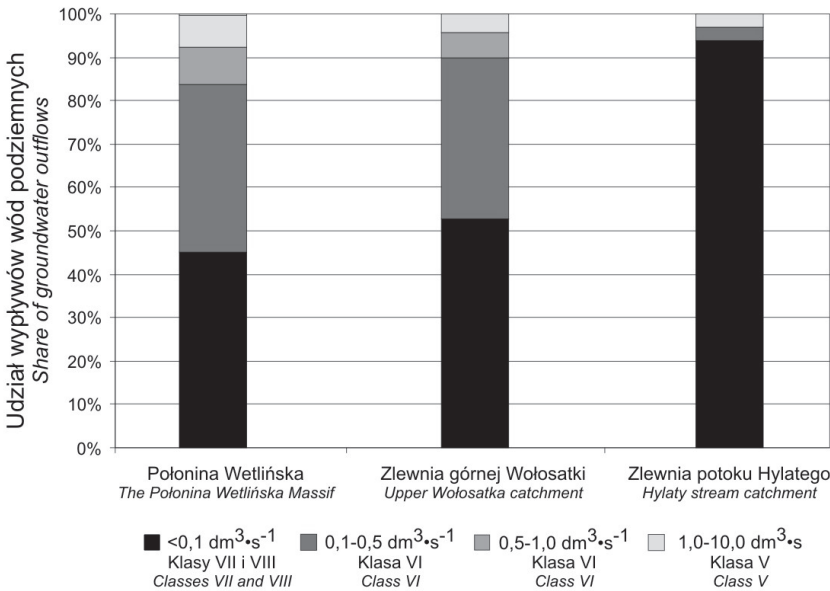
Ryc. 1. Typy wypływów wód podziemnych w zlewni Górnej Wołosatki (8,32 km²) i w masywie Połoniny Wetlińskiej powyżej 900 m n.p.m. (17,5 km²).

Fig. 1. Groundwater outflows types in the upper Wołosatka catchment (8,32 km²) and in the Połonina Wetlińska massif above the elevation of 900 m a.s.l. (17,5 km²).

cechowało się wydajnością poniżej 0,1 dm³·s⁻¹. Z kolei w zlewni górnej Wołosatki takie wypływy stanowiły około 37% (Rzonca i in. 2008). Ponad dwukrotnie wyższy udział (93%) mało wydajnych wypływów odnotowała Bogusz (2004) w zlewni potoku Hylatego (Ryc. 2).

Ze względu na dominujący w Bieszczadach, podobnie jak w całych Karpatach fliszowych, udział źródeł bardzo małych, wypływy o wydajności powyżej 1 dm³·s⁻¹ można uznać za relatywnie duże. Łajczak i in. (2010) podają informację o 74 takich źródłach skartowanych w okresach bezdeszczowych w zlewniach: Wołosatki, Terebowca, Rzeczycy i Dwernika. Trzy duże źródła zinwentaryzowano w zlewni górnej Wołosatki (Rzonca i in. 2008). Żurek (2005) opisuje dziewięć dużych źródeł w zlewniach Rzeki oraz Hylatego, dających początek głównym ciekom. Podczas kartowania w masywie Połoniny Wetlińskiej zinwentaryzowano sumarycznie 33 źródła o wydajności powyżej 1 dm³·s⁻¹, a wśród nich także takie, których wydajność przekraczała 5 dm³·s⁻¹.

Na terenie BdPN znajdują się dwa źródła objęte monitoringiem przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną (PSH) – w Wetlinie (nr 822) oraz Dwerniczku (nr 823) (Kazimierski 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011). W latach 2003–2010 odznaczały się one znaczną zmiennością wydajności



Ryc. 2. Procentowy udział wypływów wód podziemnych w poszczególnych klasach wydajności wg Meinzera (Pazdro, Kozerski 1990) na Połoninie Wetlińskiej oraz w zlewniach górnej Wołosatki i potoku Hylatego.

Fig. 2. Participation of groundwater outflows in particular discharge classes according to Meinzer (Pazdro, Kozerski 1990) in the Połonina Wetlińska massif, upper Wołosatka catchment and Hylaty stream catchment.

w ciągu roku. Średnia roczna amplituda wydajności źródła w Wetlinie wynosi $0,80 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($Q_{\text{sr}} = 0,25 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), zaś w Dwerniczku – $2,44 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($Q_{\text{sr}} = 0,45 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Zwykle okres podwyższonej wydajności trwa od lutego do kwietnia, zaś od sierpnia do listopada wydajność jest relatywnie niska, co świadczy odpowiednio o istotnym udziale zasilania roztopowego i niskiej retencji podziemnej (Rzonca, Siwek 2011).

Wskaźnik krenologiczny

Dostępne dane wskazują na duże zróżnicowanie wskaźnika krenologicznego w Bieszczadach, rozumianego jako gęstość wypływów na jednostkę powierzchni. W zlewni potoku Hylatego gęstość wszystkich typów wypływów wód podziemnych wynosi $40,9$ na km^2 (Bogusz 2004), natomiast w zlewniach Hylatego i Rzeki łącznie, wskaźnik ten jest znacznie niższy i wynosi $29,5$ na km^2 (Żurek 2005; Tab. 1). Według Bogusz (2004) w zlewni Hylatego największa gęstość wypływów

Tabela 1. Zestawienie wartości wskaźnika krenologicznego w Bieszczadach Wysokich według różnych autorów.

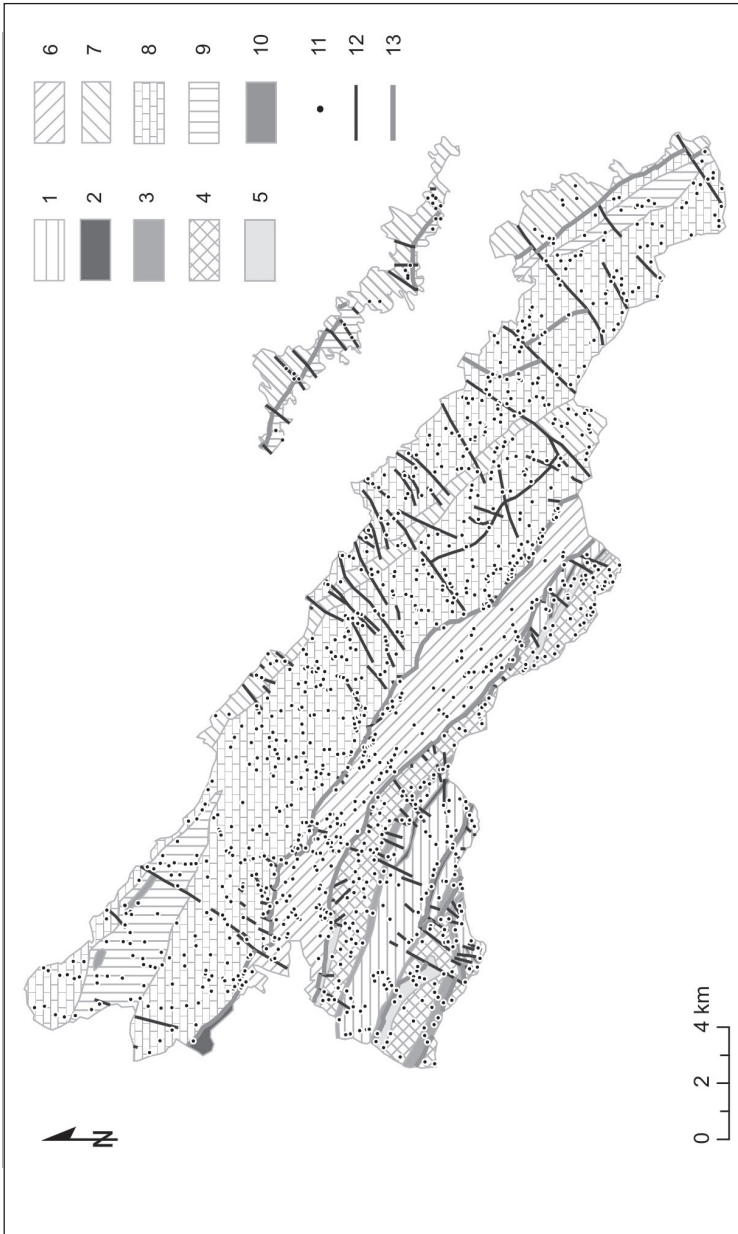
Table 1. Groundwater outflow density index in the High Bieszczady Mountains according to different authors.

Autor <i>Author</i>	Obszar <i>Area</i>	Wskaźnik krenologiczny [wypływy na km ²] <i>Outflow density index</i> [outflow per km ²]	
Ziemońska (1973)	warstwy krośnieńskie dolne <i>lower Krosno beds</i>	ogólny <i>total</i>	1,4-3,0
Chowaniec (2002), Chowaniec, Witek (2002 a,b); Witek (2002)	fliszowy poziom wodonośny <i>flysch aquifer</i>	ogólny <i>total</i>	5,0-15,0
Łajczak (1996)	zlewnie: Wołosatki, Terebowca, Rzeczycy, Potoku Nasiczniańskiego <i>Wołosatka Terebowiec, Rzeczyca and Nasiczniański catchments</i>	źródeł <i>springs</i>	0,9
		młak <i>bog-springs</i>	8,7
Bogusz (2004)	zlewnia potoku Hylatego <i>Hylaty stream catchment</i>	ogólny <i>total</i>	40,9
		źródeł <i>springs</i>	11,1
		młak <i>bog-springs</i>	1,6
Żurek (2005)	zlewnia potoku Głębokiego <i>Głęboki stream catchment</i>	ogólny <i>total</i>	29,5
		źródeł <i>springs</i>	8,2
		młak <i>bog-springs</i>	0,85
Rzonca et al. (2008)	zlewnia Górnej Wołosatki <i>Upper Wołosatka catchment</i>	ogólny <i>total</i>	23,6
		źródeł <i>springs</i>	12,4
		młak <i>bog-springs</i>	8,3
Opracowanie własne	Masyw Połoniny Wetlińskiej (94% powierzchni obszaru powyżej po- ziomicy 900 m n.p.m.) <i>Polonina Wetlińska massif;</i> (94% of the surface above 900 m a.s.l.)	ogólny <i>total</i>	48,3
		źródeł <i>springs</i>	38,1
		młak <i>bog-springs</i>	9,5

związana jest z przedziałem wysokości 600–800 m n.p.m. Z kolei w zlewni górnej Wołosatki wskaźnik krenologiczny wynosi 23,6 na km², przy czym najwyższą gęstość wypływów zanotowano w najniższej części zlewni, czyli poniżej 900 m n.p.m. (Rzonca i in. 2008). Największym zagęszczeniem wypływów cechuje się masyw Połoniny Wetlińskiej. W jego skartowanej części (17,5 km²) stwierdzono 48,3 wypływów na km².

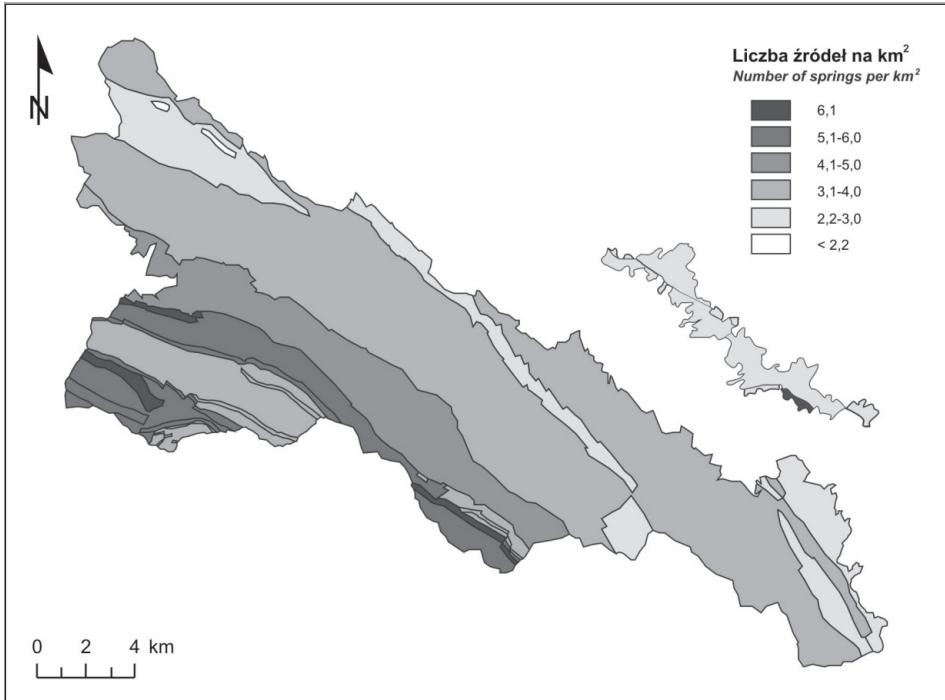
Wartości wskaźnika krenologicznego są zróżnicowane dla poszczególnych rodzajów wypływów wód podziemnych. Fliszowy poziom wodonośny charakteryzuje się zazwyczaj uźródłowieniem rzędu 5–15 na km² (Chowaniec 2002; Chowaniec, Witek 2002 a, b; Witek 2002). W zlewni górnej Wołosatki wskaźnik krenologiczny obliczony w odniesieniu do źródeł wynosi średnio 12,4 na km², przyjmując w poszczególnych częściach zlewni wartości od 4,0 do 25,7 na km². Najbardziej uźródłowiony jest przedział wysokości 800–900 m n.p.m. (Rzonca i in. 2008). Zbliżone wartości stwierdzili Bogusz (2004) w zlewni Hylatego (11,1 na km²) oraz Żurek (2005) w zlewniach Hylatego i Rzeki łącznie (8,2 na km²). Ponad trzykrotnie wyższe wartości wskaźnika gęstości źródeł odnotowano w masywie Połoniny Wetlińskiej – 38,1 na km². Z kolei najniższe wartości podał Łajczak (1996) – gęstość źródeł (o wydajności powyżej 1 dm³·s⁻¹), wyznaczona w zlewniach Wołosatki, Terebowca, Rzeczycy i Dwernika łącznie wynosi średnio 0,9 na km², przyjmując wartości od 0,2 na km² w zlewni Dwernika do 1,3 na km² w zlewni Terebowca (Łajczak 1996). Znaczne zróżnicowanie wskaźnika krenologicznego stwierdzono także w odniesieniu do młak – według różnych autorów wynosi on od 0,9 do 9,5 na km² (Tab. 1).

Powyższe rozważania oparto na materiale pochodzącym ze szczegółowych kartowań terenowych. Jest on jednak dostępny tylko dla wybranych zlewni. Analiza uźródłowienia BdPN możliwa jest w oparciu o materiały przedstawione w skali przeglądowej, zawarte w „Operacie ochrony zasobów przyrody nieożywionej BdPN” (Łajczak i in. 2010). Jakkolwiek, wskaźniki krenologiczne oparte na materiale terenowym i przeglądowym nie są porównywalne ze sobą, to dodatkowa analiza w skali przeglądowej daje możliwość wykonania oceny uźródłowienia w skali całego BdPN. Warunki krenologiczne kształtują się różnie w obrębie poszczególnych jednostek geologicznych (Ryc. 3). W jednostce dukielskiej występowanie licznych serii łupków i piaskowców cienkoławicowych sprzyja występowaniu wypływów wód podziemnych, o czym świadczą relatywnie wysokie wartości wskaźnika krenologicznego (Ryc. 4). Najbardziej uźródłowione są warstwy łupkowskie (6,1 na km²). Wysokim wskaźnikiem krenologicznym cechują się również warstwy ciśnieńskie, warstwy z Majdanu i warstwy hieroglify (3,9–5,1 na km²). Z kolei utwory jednostki śląskiej odznaczają się na ogół niższym uźródłowieniem, co potwierdzają mniejsze wartości wskaźnika krenologicznego wynoszące od 2,2 do 3,4 na km². Wyjątkiem jest kompleks chaotyczny, który cechuje się dość dużą gęstością źródeł (4,7 na km²), jak na jednostkę śląską (Ryc. 3).



Ryc. 3. Rozmieszczenie źródeł w Bieszczadzkiem Parku Narodowym na tle budowy geologicznej. Opracowanie własne na podstawie Łajczak 2010a, Łajczak 2010b i Tokarski 2010.

Fig. 3. Springs location vs. geology in the Bieszczady National Park. Based on Łajczak 2010a, Łajczak 2010b and Tokarski 2010. Seria Dukielska / Dukla Unit: 1 – warstwy hieroglifyowe / Hieroglyphic beds, 2 – piaskowce z Wielkiej Rawki / Wielka Rawka Sandstones, 3 – warstwy z Majdanu / Majdan beds, 4 – warstwy ciśniańskie / Cisna beds, 5 – warstwy łupkowskie / Łupków beds; Seria Śląska / Silesian Unit: 6 – kompleks chaotyczny / olistostrome, 7 – warstwy krośnieńskie, oddział nadotrycki / Krosno beds, Supra-Otryt division, 8 – warstwy krośnieńskie, oddział otrycki / Krosno beds, Otryt division, 9 – warstwy krośnieńskie, oddział podotrycki / Krosno beds, Sub-Otryt division, 10 – warstwy przejściowe / Fore-Dukla zone; 11 – źródło / spring; 12 – uskok / fault; 13 – nasunięcie jednostki tektonicznej / thrust sheet.



Ryc. 4. Wskaźnik krenologiczny poszczególnych jednostek strukturalnych na obszarze BdPN. Opracowanie własne na podstawie Łajczak 2010a, Łajczak 2010b i Tokarski 2010.
Fig. 4. Spring density index within structural units in the Bieszczady National Park. Own elaboration based on Łajczak 2010a, Łajczak 2010b and Tokarski 2010.

Prawidłowości rozmieszczenia wypływów wód podziemnych

Występowanie i rozmieszczenie wypływów wód podziemnych w Bieszczadach Wysokich nawiązuje ściśle do przebiegu nieciągłości tektonicznych oraz do granic jednostek strukturalnych (Ryc. 3). Na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego aż 30% wszystkich wypływów znajduje się w odległości do 100 m od takich elementów. Prawidłowość tę potwierdzają wyniki szczegółowych badań terenowych. W zlewni górnej Wołosatki stwierdzono na przykład wyraźne skupienie źródeł wzdłuż linii uskoku Halicza, który stanowi granicę trudno przepuszczalną dla migracji wód podziemnych (Rzonca i in. 2008).

Istotnym czynnikiem decydującym o rozmieszczeniu źródeł jest relacja kierunku biegu warstw skalnych do orientacji elementów rzeźby. W zlewni górnej Wołosatki stwierdzono, iż w dolinach obsekwentnych stoki są gęsto rozczłonkowane rozcięciami erozyjnymi, które nacinają sekwencje wodonośnych warstw piaskowców przedzielonych warstwami łupków. To z kolei sprzyja występowaniu licznych wypływów wód podziemnych. Natomiast, gdy oś doliny

przebiega zgodnie z biegiem warstw skalnych, gęstość rozcięć jest niewielka. Efektem tego jest również niewielka gęstość wypływów (Rzonca i in. 2008; Siwek i in. 2009).

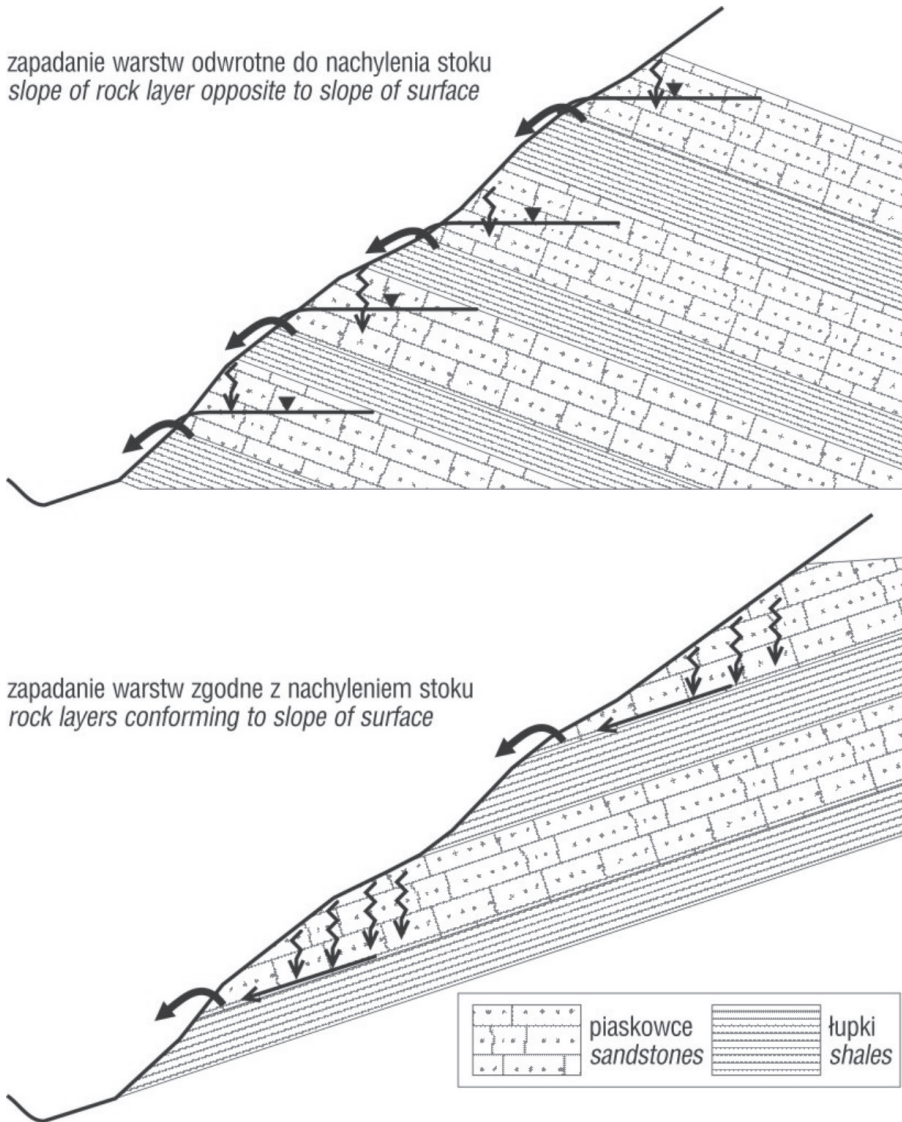
Występowanie naprzemianległych warstw skalnych o różnej przepuszczalności – przepuszczalnych piaskowców oraz bardzo słabo przepuszczalnych łupków – sprzyja występowaniu licznych wypływów wód podziemnych na kontakcie tych dwóch typów skał (Rzonca i in. 2008; Siwek i in. 2009). Gdy warstwy skalne zapadają przeciwnie do nachylenia stoku, tworzą się warunki dogodne do powstania niewielkich lokalnych zbiorników wód w obrębie piaskowców zasilających liczne źródła. Natomiast upad warstw zgodny z nachyleniem stoku nie sprzyja retencji i powstawaniu stałych źródeł (Ryc. 5). Zależność ta wyraźnie zaznacza się zarówno w zlewni górnej Wołosatki (Rzonca i in. 2008), jak i w masywie Połoniny Wetlińskiej. Szczegółowa terenowa inwentaryzacja źródeł wykazała, że południowe stoki Połoniny Wetlińskiej, nachylone w przeciwnym kierunku do upadu warstw skalnych, cechują się znacznie większym uźródłowieniem niż stoki północne, które są nachylone w tym samym kierunku co warstwy skalne. Na stokach południowych znajduje się ok. 70% wszystkich skartowanych wypływów.

Podsumowanie

W skali polskich Karpat fliszowych Bieszczady są obszarem o typowym uźródłowieniu, które wynosi 5–15 na km². Wskaźnik krenologiczny, uwzględniający oprócz źródeł także inne formy wypływu (młaki, wycieki, wysięki), jest znacznie wyższy (23,6–48,3 na km²). Spośród do tej pory zbadanych szczegółowo obszarów największą gęstość źródeł stwierdzono w masywie Połoniny Wetlińskiej (38,1 na km²). Gęstość źródeł zależy od podłoża skalnego – najwyższym uźródłowieniem cechują się warstwy łupkowskie jednostki dukielskiej. Miejscem predysponowanym do występowania źródeł są strefy nieciągłości tektonicznych oraz granice jednostek litologiczno-strukturalnych. Około 30% źródeł na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego znajduje się w pobliżu takich elementów.

Najczęściej występującym typem wypływów wód podziemnych są źródła (52,6% wypływów w zlewni górnej Wołosatki i 78,8% w masywie Połoniny Wetlińskiej). Większość wypływów cechuje się wydajnością mniejszą niż 0,1 dm³·s⁻¹ (od 37% w zlewni górnej Wołosatki do 85% w zlewni potoku Hylatego). Stwierdzane są również wydajne, jak na flisz, źródła o wydajności powyżej 1 dm³·s⁻¹, a sporadycznie nawet powyżej 5 dm³·s⁻¹.

Wiedza o krenologii Bieszczadów Wysokich jest wciąż fragmentaryczna i dotyczy tylko wybranych zlewni. Zebrane w artykule wyniki dotychczasowych badań pokazują jednak duże zróżnicowanie uźródłowienia tego obszaru.



Ryc. 5. Schemat zasilania źródeł w zależności od upadu warstw i nachylenia stoku (wg Rzoncy i in. 2008).

Fig. 5. Model of spring recharge vs. dipping and slope angle (after Rzonca et al. 2008).

Dla uzyskania dokładnej charakterystyki konieczna jest kontynuacja szczegółowego kartowania hydrograficznego, prowadzonego w oparciu o ujednoliconą metodykę w okresach występowania niżówki.

Literatura

- Balon J., German K., Kozak J., Malara H., Widacki W., Ziaja W. 1995. Regiony fizycznogeograficzne. W: Karpaty polskie. J. Warszzyńska (red.). Wyd. UJ, Kraków: 117–129.
- Bogusz A. 2004. Charakterystyka hydrograficzna zlewni potoku Hylatego w Bieszczadach. Arch. Zakładu Hydrologii IGiGP UJ. Kraków: 1–122.
- Chowaniec J. 2002. Komentarz do Mapy hydrogeologicznej Polski 1:50 000, arkusz Ustrzyki Górne. Wyd. PIG, Warszawa.
- Chowaniec J., Witek K. 2002a. Komentarz do Mapy hydrogeologicznej Polski 1:50 000, arkusz Jabłonki. Wyd. PIG. Warszawa.
- Chowaniec J., Witek K. 2002b. Komentarz do Mapy hydrogeologicznej Polski 1:50 000, arkusz Lutowiska. Wyd. PIG. Warszawa.
- Dobija A. 1981. Sezonowa zmienność odpływu w zlewni górskiej (po Zawichost). Zeszyty Naukowe UJ. Prace Geograficzne 53: 51–112.
- Haczewski G., Kukulak J., Bąk K. 2007. Budowa geologiczna i rzeźba Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Wyd. AP w Krakowie, Kraków: 1–154.
- Kazimierski B. (red.) 2004. Rocznik hydrogeologiczny Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Rok hydrologiczny 2003. Wyd. PIG. Warszawa.
- Kazimierski B. (red.) 2005. Rocznik hydrogeologiczny Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Rok hydrologiczny 2004. Wyd. PIG. Warszawa.
- Kazimierski B. (red.) 2006. Rocznik hydrogeologiczny Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Rok hydrologiczny 2005. Wyd. PIG. Warszawa.
- Kazimierski B. (red.) 2007. Rocznik hydrogeologiczny Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Rok hydrologiczny 2006. Wyd. PIG. Warszawa.
- Kazimierski B. (red.) 2008. Rocznik hydrogeologiczny Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Rok hydrologiczny 2007. Wyd. PIG. Warszawa.
- Kazimierski B. (red.) 2009. Rocznik hydrogeologiczny Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Rok hydrologiczny 2008. Wyd. PIG, Warszawa.
- Kazimierski B. (red.) 2010. Rocznik hydrogeologiczny Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Rok hydrologiczny 2009. Wyd. PIG. Warszawa.
- Kazimierski B. (red.) 2011. Rocznik hydrogeologiczny Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Rok hydrologiczny 2010. Wyd. PIG. Warszawa.
- Łajczak A. 1996. Warunki hydrologiczne. W: Plan Ochrony BdPN. Operat ochrony przyrody nieożywionej i gleb. S. Skiba (red.). Maszynopis. Archiwum BdPN, Kraków – Ustrzyki Górne: 12–38.
- Łajczak A. 2010a. Uproszczona mapa hydrograficzna w skali 1:50000. W: Plan ochrony BdPN. Operat ochrony przyrody nieożywionej. Warunki wodne. Krameko. Kraków.
- Łajczak A. 2010b. Szczegółowa mapa hydrograficzna (obszar szczegółowego kartowania) w skali 1:25000. W: Plan ochrony BdPN. Operat ochrony przyrody nieożywionej, Warunki wodne. Krameko. Kraków.
- Łajczak A., Dumnicka E., Galas J., Szczęsny B., Galus-Barchan A. 2010. Operat ochrony przyrody nieożywionej. Warunki wodne. W: Plan ochrony BdPN. Krameko. Kraków.
- Pazdro Z., Kozerski B. 1990. Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geol., Warszawa: 1–624.

- Plenzler J., Bajorek J., Jaśkowiec B., Kołodziej A., Rzonca B., Siwek J., Wójcik S. 2010. Podziemny odpływ jednostkowy w Bieszczadach Wysokich. *Przegląd Geologiczny* 58: 1147–1151.
- Rzonca B., Kołodziej A., Laszczak E., Mocior E., Plenzler J., Płaczkowska E., Rozmus M., Siwek J., Ścisłowicz B., Wójcik S., Ziółkowski L. 2008. Źródła w zlewni górnej Wołosatki w Bieszczadach Wysokich. *Przegląd Geologiczny*. 56: 772–779.
- Rzonca B., Siwek J. (red.) 2011. *Hydrologia Bieszczadów*. Wyd. IGI GP UJ. Kraków: 1–89.
- Siwek J., Kołodziej A., Laszczak E., Mocior E., Plenzler J., Płaczkowska E., Rozmus M., Rzonca B., Ścisłowicz B., Wójcik S., Ziółkowski L. 2009. Geologiczne i geomorfologiczne uwarunkowania wykształcenia sieci hydrograficznej w zlewni górnej Wołosatki (Bieszczady Wysokie). *Kwartalnik AGH Geologia*. 35 (2): 249–261.
- Siwek J., Rzonca B. 2009. Tło hydrochemiczne wód w zlewni Górnej Wołosatki w Bieszczadach Wysokich. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 436: 469–474.
- Siwek J., Rzonca B., Płaczkowska E., Plenzler J., Jaskowiec B. 2011. Aktualne kierunki badań hydrologicznych w Bieszczadach Wysokich. *Roczniki Bieszczadzkie* 19: 285–298.
- Siwek J., Rzonca B., Jaśkowiec B., Plenzler J., Płaczkowska E. 2012. Natural factors affecting the chemical composition of water in the catchment of Wołosatka Stream (High Bieszczady Mts.). W: Kozak J., Ostapowicz K., Bytnerowicz A., Wyźga B. (red.) *Integrating Nature and Society towards Sustainability*. Springer, (w druku).
- Świdziński H. 1953. Karpaty fliszowe między Dunajcem a Sanem. W: M. Książkiewicz (red.) *Regionalna geologia Polski*, t. 1. Karpaty, Z. 2. Tektonika, PTG, Kraków: 362–422.
- Tokarski A. 2010. Mapa geologiczna w skali 1:50000. W: Plan ochrony BdPN. Operat ochrony przyrody nieożywionej. Budowa geologiczna. Krameko. Kraków.
- Ziemońska Z. 1973. Stosunki wodne w Polskich Karpatach Zachodnich. *Prace Geograficzne IG PAN*, 103: 1–103.
- Witek K. 2002. Komentarz do Mapy hydrogeologicznej Polski 1:50 000, arkusz Wetlina. Wyd. PiG, Warszawa.
- Żurek S. 2005. Warunki obiegu wody w zlewni potoku Głębokiego (Bieszczady). *Archiwum Zakładu Hydrologii IGI GP UJ*. Kraków: 1–83.
- Żytko K. (red.), Gucik S., Ślącza A. 1973. *Przewodnik geologiczny po wschodnich Karpatach fliszowych*. Wyd. Geologiczne, Warszawa, 0: 1–222

Summary

Springs are one of the most distinctive elements of the Bieszczady Mountains natural environment. This paper summarizes information gathered by different authors on spring hydrology of this area. Such information was supplemented with original data obtained from hydrological mapping in the Połonina Wetlińska massif, conducted in years 2009–2011.

The most common type of groundwater outflows in the High Bieszczady Mountains are springs. They account for 78.8% (in the Połonina Wetlińska

massif) and 52.6% (in the upper Wołosatka catchment; Rzonca et al. 2008) of all outflow types mapped in the area. Bog-springs are also common in the Bieszczady Mountains (Fig. 1).

The High Bieszczady Mountains are characterized by low magnitude of spring discharge. Outflows with a discharge of less than 0.1 L/s account for 50% of a total number of outflows in the Połonina Wetlińska massif and 37% in upper Wołosatka catchment (Rzonca et al. 2008). Nevertheless, springs with a discharge of more than 1 L/s, and occasionally of more than 5 L/s, are also noted (Łajczak 1996; Żurek 2005; Rzonca et al. 2008; Łajczak et al. 2010), which is unique for flysch (Fig. 2).

Spring density index depends on the types of springs and a bedrock within which they occur (Fig. 4). This index (in reference to all types of mapped springs) ranges from 23.6 to 48.3 per sq. km. The highest index has been calculated for the Połonina Wetlińska massif (Tab. 1). Occurrence and distribution of springs in the Bieszczady Mountains strictly refer to the zones of tectonic discontinuities and boundaries of structural units (Fig. 3) – 30% of springs distributed in the Bieszczady National Park are located within 100 m from such structures.

Knowledge of the High Bieszczady Mountains spring hydrology is still fragmentary and refers to selected catchments only. The results of previous studies, however, have shown significant differences in distribution of springs in the research area. Authors emphasize that to obtain a precise characteristics of springs in the High Bieszczady Mts., detailed hydrological mapping of the area should be continued.