

## Zróznicowanie wydajności źródeł w masywie Babiej Góry

**ADAM ŁAJCZAK**

Katedra Paleogeografii i Paleoekologii Czwartorzędu, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60,  
41-200 Sosnowiec, alajczak@o2.pl

**Zarys treści:** Na podstawie wieloletnich badań terenowych, przedstawiono rozmieszczenie źródeł w profilach wysokościowych stoków północnego i południowego Babiej Góry (1724,6 m n.p.m.) różniących się kształtem i w różnym stopniu modelowanych przez osuwiska. Liczba źródeł zwiększa się wraz z obniżaniem wysokości bezwzględnej, jednak wydajność jednostkowa jest największa w górnej części stoku południowego i środkowej części stoku północnego, gdzie występują najwydajniejsze źródła skalne i rumoszowe.

**Słowa kluczowe:** wydajność źródeł, morfologia osuwiskowa, Babiogórski Park Narodowy, Beskidy

**Key words:** springs discharge, landslide morphology, Babia Góra National Park, Beskidy Mts.

### Wstęp

W badaniach źródeł o położeniu stokowym w Beskidach, tylko w niektórych publikacjach zwracano znaczną uwagę na wpływ budowy geologicznej podłoża i ukształtowania stoków – zwłaszcza modelowanych przez osuwiska – na rozmieszczenie wypływów i ich wydajność w profilu wysokościowym grzbietów górskich (Dynowski 1961; Rączyńska 1967; Koniar-Schaeferowa 1972; Pietrygowa 1976; Łajczak 1981, 1998, 2004; Rzonca i in. 2008). Celem pracy jest podkreślenie wpływu morfologii osuwiskowej na rozmieszczenie źródeł, średnią wydajność i wydajność jednostkową w profilu wysokościowym stoków północnego i południowego Babiej Góry.

### Teren badań

Górną część grzbietu Babiej Góry (powyżej 1000 m n.p.m.) o przebiegu W-E budują warstwy gruboławicowego piaskowca magurskiego z wkładkami łupków, zapadające na południe. Niższa część grzbietu jest zbudowana z silnie sfałdowanych warstw podmagurskich. W masywie Babiej Góry można wyróżnić następujące utwory wodonośne:

– piaskowiec magurski lokalnie odsłonięty, głęboko spękany, długotrwale retencjonujący wodę; woda podziemna wypływa na powierzchnię z głębokich szczelin osuwiskowych, a także na wkładkach łupków często na podobnej wysokości n.p.m.; głębokie krążenie wody zachodzi na stoku północnym; na stoku południowym wypływy wody na wkładkach łupków stwierdza się nawet ponad 100 m wyżej niż na stoku północnym,

- rumoszowo-gliniastą cienką pokrywą zwietrzliny na piaskowcu magurskim krótkotrwale gromadzącą wodę, zalegającą na różnej wysokości n.p.m., głównie na stoku południowym,
- pokrywą blokowej lub rumoszowo-gliniastej zwietrzliny o znacznej miąższości, zalegającą na piaskowcu magurskim – głównie na stoku północnym na wysokości od 1000 do 1500 m n.p.m.; poniżej utwory te budują rozległe jęzory koluwalne schodzące do den dolin; ta pokrywa stokowa wyściela nieprzerwanie rozległy obszar i w dużym stopniu jest zasilana wodą wypływającą z piaskowca magurskiego,
- cienką pokrywą gliniastej zwietrzliny na warstwach podmagurskich – najmniej retencyjną; utwory te zajmują większą powierzchnię w dolnej części stoku północnego niż południowego i pokrywają strome stoki bocznych grzbietów,
- aluwia w korytach potoków i na terasach na obszarze rozdolinionych podnóży stoków, lokalnie zasilane mineralnymi wodami ascensyjnymi z bardzo głębokich warstw wodonośnych (wody siarczkowe i solanki).

Północny stok ma profil wklęsły i jest ukształtowany jako kuesta z wysoką do 500 m zerwą skalną, z licznymi w jej górnej części rozpadlinami, poniżej której na mniej nachylnym fragmencie stoku zalega gruba warstwa blokowych lub rumoszowo-gliniastych koluwiów o typowej morfologii osuwiskowej. Dolna część stoku, poniżej zasięgu piaskowca magurskiego jest rozdoliniona i pokryta cienką warstwą gliniastej zwietrzliny. Na tym obszarze występują rozległe jęzory rumoszowo-gliniaste stanowiące front wyżej zalegającej pokrywy koluwiów, które w dnach dolin stopniowo nabierają cech aluviów. Stok południowy ma profil wypukło-wklęsły, jego górna część ma nachylenie zgodne z upadem warstw skalnych i jest pokryta rumoszowo-gliniastymi koluwiami o niewielkiej miąższości. W polskiej części Babiej Góry rozdoliniona jest środkowa i dolna część tego stoku, jednak głębokość dolin nie osiąga 100 m i jest około dwukrotnie mniejsza niż na stoku północnym. Ta cecha ukształtowania Babiej Góry przyczynia się, obok morfologii osuwiskowej, do zróżnicowania wielkości drenażu wody gruntowej w profilu wysokościowym stoków (Łajczak 1998, 2004).

Północny stok Babiej Góry spełnia rolę ekranu opadowego. W środkowej części otrzymuje ponad 1400 mm opadów, czego konsekwencją są duże zasoby wodne przekraczające  $25 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  (Łajczak 2004). Morfologia osuwiskowa, a zwłaszcza występowanie miększej blokowej i rumoszowo-gliniastej pokrywy koluwiów, a także naturalny charakter szaty roślinnej w reglu górnym i piętrze kosodrzewiny, sprzyjają podpowierzchniowemu krążeniu wody na stokach.

## Metody badań

W pracy wykorzystano wyniki ponad trzydziestoletnich badań terenowych autora. W sezonach letnich w latach 1975 i 1976 przeprowadzono kartowanie hydrograficzne i geomorfologiczne w skali 1:5000 około połowy powierzchni północnego stoku Babiej Góry, zaś dwadzieścia lat później – całego masywu w granicach Polski (Łajczak 1981, 1998). We wrześniu 1975 r. i wrześniu 1976 r. przeprowadzono codzienne pomiary wydajności wybranych 28 źródeł na stoku północnym, reprezentujących wszystkie typy źródeł na tym obszarze. W okresie od października 1975 r. do lutego 1977 r. pomiary

wydajności tych źródeł były prowadzone raz w miesiącu. Pomiary prowadzono w odległości nie większej niż 20 m od wypływu wody w miejscu zainstalowanych zastawek. Tą samą metodę pomiarów wydajności zastosowano w latach 1996–1998, kiedy pomiarami prowadzonymi co dwa miesiące objęto 50 źródeł rozmieszczonych w obrębie całego masywu. Wydajność źródeł mierzono podczas roztopów wiosennych, letnich i jesiennych opadów oraz w długotrwałych okresach bezdeszczowych. Warunki hydro-meteorologiczne panujące na Babiej Górze w latach 1975–1976 oraz 1996–1998 nie różniły się znacznie od przeciętnych w wieloleciu (Łajczak 1998).

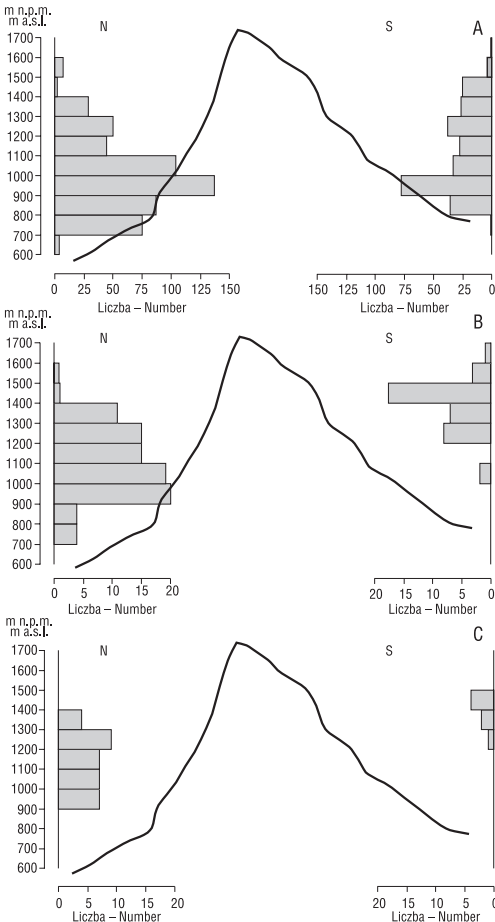
## Typy źródeł

Ze względu na rodzaj warstwy wodonośnej w obrębie masywu Babiej Góry wyróżniono następujące typy źródeł (Łajczak 1998):

- źródła skalne zasilane z piaskowca magurskiego, o stabilnej wydajności najczęściej powyżej  $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , występujące na wysokości 1350–1633 m n.p.m. w żlebach i niszach osuwiskowych; na wkładkach łupków w piaskowcu na stoku północnym występują źródła przelewowe,
- źródła skalno-rumoszowe i rumoszowe zasilane z piaskowca magurskiego i okresowo lub epizodycznie z pokrywy blokowej i rumoszowo-gliniastej; źródła wypływające z cienkiej pokrywy występują częściej na stoku południowym – ta grupa źródeł cechuje się najbardziej zróżnicowanymi wahaniami wydajności i skrajnie różnymi wydajnościami średnimi, zależnymi od długości i czasu krążenia wody w ośrodku wodonośnym, na co wpływa miąższość pokrywy stokowej i wielkość zasilania przez głębiej występujący zbiornik w piaskowcu magurskim; wiele źródeł osiąga wydajności chwilowe ponad  $20 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  i średnie ponad  $5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  – w tej grupie źródeł licznie występują wypływy okresowe lub epizodyczne,
- źródła skalno-zwietrzelinowe zasilane z warstw podmagurskich i cienkiej pokrywy gliniastej, o najniższych wydajnościach maksymalnych i średnich, często okresowe,
- źródła aluwialne (terasowe, przykorytowe); występują nielicznie, mają zróżnicowaną i mało zmienną wydajność.

## Zróźnicowanie przestrzenne źródeł i ich wydajności

Na Babiej Górze wraz z podnóżami (w granicach Polski) stwierdzono 812 źródeł. Występują one do wysokości 1633 m n.p.m. (Łajczak 1998). W polskiej części tego obszaru aż 67% źródeł występuje na stoku północnym. Najliczniejsze wśród źródeł są wypływy o średniej wydajności poniżej  $0,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , które stanowią 39% ich liczby. Na stoku północnym występują 204 takie wypływy, a na południowym – 110. Stwierdzono 213 źródeł o wydajności  $0,5$ – $1,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , z czego 141 – na stoku północnym. Wydajność od  $1,0$  do  $2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  posiada 156 źródeł, z których 109 występuje na stoku północnym. Około dwa razy mniej źródeł (88) osiąga wydajność  $2,5$ – $5,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , przy czym aż 56 wypływów występuje na stoku północnym. Najmniej liczną grupę źródeł stanowią wypływy najwydajniejsze ( $> 5,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), z których 34 występuje na stoku północnym



Ryc. 1. Liczba źródeł w przedziałach wysokości na północnym (N) i południowym (S) stoku Babiej Góry (w granicach Polski)

A – wszystkie źródła, B – źródła o średniej wydajności ponad  $2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , C – źródła o średniej wydajności ponad  $5,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Figure 1. Numbers of springs in altitude sections on the northern (N) and southern (S) slopes of the Babia Góra Mt. (in Poland)

A – all springs, B – springs with mean discharge of more than  $2.5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , C – springs with mean discharge of more than  $5.0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

i tylko 7 – na stoku południowym. Wraz ze wzrostem wysokości bezwzględnej maleje liczba źródeł o niewielkiej wydajności, a wzrasta – o wydajności dużej, co można wiązać z drogami krążenia wody w podłożu uwarunkowanymi rzeźbą osuwiskową stoków. Źródła o wydajności przekraczającej  $5,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  występują na stoku północnym powyżej 900 m n.p.m. a na południowym – powyżej 1200 m n.p.m.

Istnieje zróżnicowanie liczby źródeł na stokach północnym i południowym oraz w nawiązaniu do pięter wysokościowych (ryc. 1). Na obu stokach liczba źródeł w kolejnych przedziałach (co 100 m n.p.m.), wykazuje tendencję wzrostową wraz z obniżaniem wysokości, ale tylko do 1000 m n.p.m. Poniżej tej wysokości liczba źródeł maleje osiągając na podnóżach grzbietu wartości minimalne, choć w dolnych częściach stoków Babiej Góry, na obszarze zbudowanym z piaskowca magurskiego ich liczba jest znaczna, co można tłumaczyć dużą miąższością koluwiów. Analizując rozkład częstości występowania źródeł o średniej wydajności ponad  $2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  na stoku północnym, nie stwierdza się tej zależności. Na stoku południowym maksimum częstości występowania tej kategorii źródeł jest ograniczone do przedziału wysokości 1400–1500 m n.p.m. Źródła najwydajniejsze ( $>5,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) występują na stoku północnym w podobnej liczbie w kilku kolejnych przedziałach wysokości między 900 i 1300 m n.p.m. Na stoku południowym ich liczba jest znacznie mniejsza i koncentrują się one w przedziale 1400–1500 m n.p.m.

W profilu wysokościowym obu stoków wyróżniają się piętra z dużą liczbą najbardziej wydajnych źródeł. Na stoku południowym piętro to pokrywa się z występowaniem rozległych płytkich nisz osuwiskowych występujących powyżej głębokich lejów źródłowych. Na stoku północnym obejmuje ono szerszy przedział wysokości i przebiega poniżej obszarów z głębokimi rozpadli-

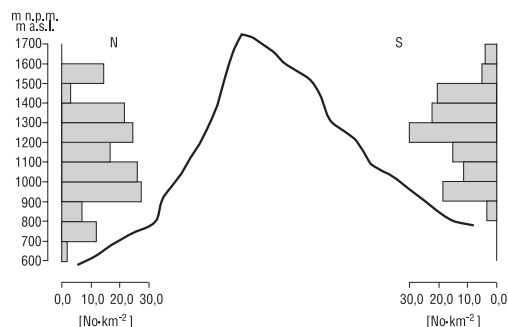
nami, m.in. poniżej zerw Kościółków, Izdebczysk, Kępy. Wskazaną prawidłowość potwierdza rozkład wysokościowy gęstości źródeł w poszczególnych przedziałach wysokości, który na stoku południowym osiąga największe wartości między 1200 i 1500 m n.p.m. (20–30 źródeł na km<sup>2</sup>), a na stoku północnym – w przedziale 900–1400 m n.p.m. (ryc. 2). Przeciętna gęstość źródeł osiąga na Babiej Górze 13 źródeł na km<sup>2</sup>, przy czym na stoku północnym wynosi ona 14, natomiast na stoku południowym – 11 źródeł na km<sup>2</sup>.

Na północnym stoku Babiej Góry, otrzymującym wyższe opady i odznaczającym się większą retencyjnością podłoża, udział źródeł o największej wydajności w łącznym wypływie wody źródlanej jest większy niż na stoku południowym. Udział źródeł o wydajności ponad 2,5 dm<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup> na stoku północnym w przedziale wysokości 900–1300 m n.p.m. wynosi 15–20% sumy wydajności wszystkich źródeł, podczas gdy na stoku południowym w takim zakresie tylko na wysokości 1400–1500 m n.p.m.

Średnio na całym obszarze Babiej Góry (w granicach Polski) wydajność jednostkowa źródeł wynosi 17,1 dm<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>·km<sup>-2</sup>, przy czym na stoku północnym jest 1,4-krotnie większa niż na południowym (19,2 i 13,8 dm<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>·km<sup>-2</sup>). Należy pamiętać, iż tak obliczonej wydajności jednostkowej nie można utożsamiać i porównywać z wydajnością jednostkową źródeł obliczoną w stosunku do powierzchni zlewni topograficznej. Na stoku południowym, około 20% sumy wydajności wszystkich źródeł pochodzi ze źródeł o wydajności ponad 2,5 dm<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup> leżących w przedziale wysokościowym od 1400 do 1500 m n.p.m., natomiast na stoku północnym – na wysokości od 900 do 1300 m n.p.m. Znaczący jest udział najwydajniejszych źródeł (ponad 5 dm<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>), który na stoku północnym na wysokości 900–1300 m n.p.m. wynosi od 5 do 10%, zaś na stoku południowym na wysokości 1400–1500 m n.p.m. – poniżej 5% sumy wydajności wszystkich źródeł.

## Dyskusja wyników i wnioski

Babia Góra wyróżnia się w polskich Beskidach pod względem liczby źródeł, zwłaszcza o wydajności średniej ponad 5,0 dm<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>. Gęstość źródeł jest na tym obszarze ponad dwukrotnie większa od wartości podanych przez J. Pawlika-Dobrowolskiego (1965) i Z. Ziemońską (1973) jako średnich dla całego obszaru polskich Beskidów. Jeszcze większe, kilkakrotne różnice zaznaczają się w przypadku wydajności jednostkowej źródeł. Szczególnie uprzywilejowana okazuje się pod tym względem górna część grzbietu Babiej Góry zbudowana z piaskowca magurskiego, gdzie na obszarach osuwiskowych występują duże zasoby wód podziemnych.



Ryc. 2. Gęstość źródeł (No·km<sup>2</sup>) w przedziałach wysokości na północnym (N) i południowym (S) stoku Babiej Góry (w granicach Polski)

Figure 2. Spring density (No·km<sup>2</sup>) in altitude sections on the northern (N) and southern (S) slopes of the Babia Góra Mt. (in Poland)

## Literatura

- Dynowski J., 1961, *Z badań hydrograficznych w zlewni Białej i Czarnej Wiselki*, Czasopismo Geograficzne, 32, 1, 31–56.
- Koniar-Schaeferowa J., 1972, *Wpływ budowy geologicznej i rzeźby terenu na regresję odpływu małych cieków karpaccich*, Folia Geographica, ser. Geogr.-Phys., 6, 103–135.
- Łajczak A., 1981, *Źródła północnego stoku Babiej Góry*, Czasopismo Geograficzne, 52, 1, 45–60.
- Łajczak A., 1998, *Charakterystyka hydrograficzna, zasoby wodne, zagrożenie wód i wykonanie szczegółowej mapy hydrograficznej Babiogórskiego Parku Narodowego*, [w:] *Plan Ochrony Babiogórskiego Parku Narodowego*, Dyrekcja Babiogórskiego Parku Narodowego, Zawoja, maszynopis, 1–118.
- Łajczak A., 2004, *Wody Babiej Góry*, [w:] B.W. Wołoszyn, S. Jaworski, J. Szwaagrzyk (red.), *Babiogórski Park Narodowy. Monografia przyrodnicza*, Babiogórski Park Narodowy, Komitet Ochrony Przyrody PAN, Kraków, 153–177.
- Pawlik-Dobrowolski J., 1965, *Uźródłowienie południowej Polski*, Zesz. Nauk. UJ, Prace Geograficzne, 12, 7–42.
- Pietrygowa Z., 1976, *Reżim źródeł stokowych i dolinowych w dorzeczu Skawy*, Folia Geographica, ser. Geogr.-Phys., 10, 59–86.
- Rauczyńska D., 1967, *Wody podziemne szczytowej partii Lubogoszczy*, Zesz. Nauk. UJ, Prace Geograficzne, 16, 81–92.
- 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, 8/2, 772–779.
- Ziemońska Z., 1973, *Stosunki wodne w Polskich Karpatach Zachodnich*, Prace Geograficzne Instytutu Geografii PAN, 103, ss. 127.

Adam Łajczak

## The spatial differentiation of spring discharge in the Babia Góra Massif

Summary

Mt. Babia Góra (1,724.6 m), is the highest monoclinial range of the Western Beskidy Mountains. It lies along a W-E axis and rises more than 1100 m above the nearby valley bottoms. The top of the range is built of Magura sandstone strata dipping southwards, while the underlying part consists of densely folded Sub-Magura strata. The range, and especially its northern slope, receives large precipitation (locally exceeding 1400 mm p.a.) producing large water resources at  $25 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ . Most of the water is drained under the surface due to the dominant landslide relief, numerous deep scars, and large and thick rubble fields on the northern slope. Additionally the natural vegetation also favours this type of drainage. As a result, Mt. Babia Góra features exceptionally large numbers of springs, at least in comparison to other Beskidy Mts. areas, found from the valley bottoms, at the foot of the slopes, up to an altitude of 1633 m a.s.l.

The paper offers selected crenological parameters of Mt. Babia Góra, as estimated using the author's long-term field research into the differentiation of mean discharge depending on elevation. Virtually all of the springs in the area belong to the descending (gravitational) type, draining the bed rock in the higher parts and, lower down also the slope covers. Approximately 60 per cent of the springs are perennial, including numerous examples with a discharge exceeding

$2.5 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}$ , and many exceeding  $5 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}$ . On both slopes of Mt. Babia Góra springs are distributed unevenly, especially the larger ones, and their location is related to the elevation of the landslide relief (Fig. 1, 2). The zones with high concentrations of large springs featuring in the vertical slope profiles are always located relatively low down and below areas with deep landslide forms. As a result of the longer circulation of water in rubble covers reaching in long toes down into the valley bottoms on the northern slope, springs with an average discharge higher than  $2.5 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}$  account for 15–20 per cent of all spring discharge in the 900–1300 m a.s.l. zone on the northern slope, while the same share on the southern slope is achieved only within the range of 1400 to 1500 m a.s.l. The largest springs (average discharge exceeding  $5 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}$ ) also record a high share of the total output at 5–10 per cent in the 900–1300 m a.s.l. zone on the northern slope and less than 5 per cent in the 1400–1500 m a.s.l. zone on the southern slope. The northern slope with their higher precipitation rates and higher retention capacity features larger numbers of springs, in particular the ones with the highest discharge.

Mt. Babia Góra has more than twice as many springs per square kilometre on average than the Polish Beskidy Mountains overall. The high numbers of the largest springs and their large share of the overall spring discharge distinguish Mt. Babia Góra from other areas in the Flysch Carpathian Mountains.

