

Zygmunt Maksymiuk, Edmund Tomaszewski

ŹRÓDŁA PÓŁNOCNO-ZACHODNIEJ CZĘŚCI MASYWU ŚNIEŻNIKA

SPRINGS OF THE NORTH-WESTERN PART OF THE ŚNIEŻNIK MASSIF

Artykuł zawiera wyniki badań dotyczące rozmieszczenia i właściwości źródeł w północno-zachodniej części Masywu Śnieżnika. Ocenie poddano przestrzenne uporządkowanie badanych wpływów, prezentując wyniki obliczonych parametrów metodą dazymetryczną. Wskazano również na pionową (strefową) zmienność liczby i cech analizowanych źródeł.

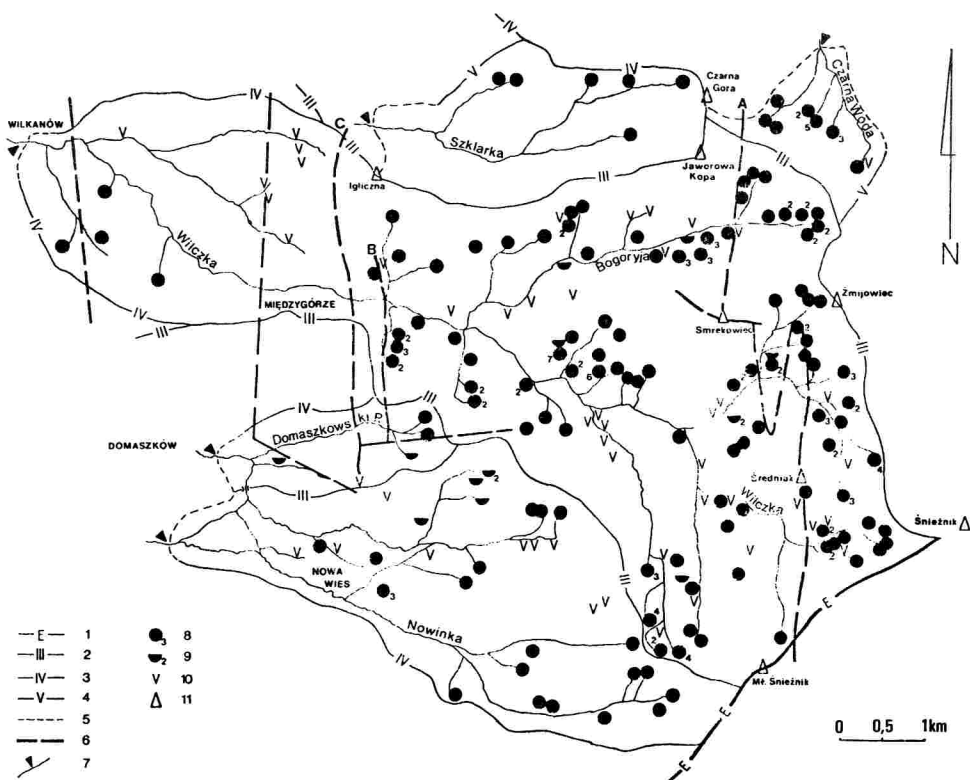
WPROWADZENIE

Przegląd prac traktujących o geologicznych i hydrogeologicznych warunkach występowania wód w grupie górskiej Masywu Śnieżnika wskazuje, że szczególnie rozwój badań w tym zakresie przypada na okres po 1970 r.

Spośród licznej grupy publikacji na szczególne podkreślenie zasługują prace S. Kowalskiego (1978a, b), H. i J. Kryzów (1986), H. Kryzowej (1988), J. Bierońskiego (1989), J. Dona (1989), S. Kozłowskiego (1989) oraz S. Staśko (1996). W wymienionych opracowaniach, prezentujących oryginalne wyniki badań terenowych, a także w licznych książkach, między innymi: W. Walczaka (1968), J. Oberca (1978) i E. Stupnickiej (1989) znajdujemy szczegółowe informacje o budowie geologicznej, rzeźbie i warunkach klimatycznych. Odwołując się do wymienionych autorów, w dalszej części opracowania, szczegółowe charakterystyki cech środowiska ograniczymy do niezbędnego minimum.

Przedstawione dalej wyniki badań oparto na obserwacjach i pomiarach terenowych, przeprowadzonych w lipcu 1994 r. Okres ten charakteryzował się praktycznie brakiem opadów i wysoką temperaturą powietrza. Obszar badań obejmuje zlewnię Wilczki po Wilkanów oraz górne dorzecza: Nowinki, Domaszkowskiego Potoku, Szklarki i Czarnej Wody (rys. 1). Ogólna powierzchnia badanego obszaru wynosi 58,7 km². Prace terenowe polegały

na rejestracji i pomiarach źródeł, przede wszystkim ich wydajności i temperatury, pomiarach przepływów w potokach i rzekach oraz na ocenie charakteru rejestrowanych zjawisk wodnych. W sumie zaobserwowano 212 naturalnych wpływów wód podziemnych, w tym: 162 źródła właściwe, 38 wycieków i 12 młak.



Rys. 1. Obszar badań

Dział wodny: 1 - europejski, 2 - III-go rzędu, 3 - IV-go rzędu, 4 - V-go rzędu, 5 - do punktu zamykającego zlewnię; 6 - uproszczony przebieg ważniejszych uskoku tektonicznych: A - uskok Średniaka, B - uskok Jeszkówki, C - uskok Wilkanowa; 7 - profil zamykający zlewnie główne; 8 - źródło (cyfra oznacza liczbę źródeł w zespole); 9 - młaka (cyfra oznacza liczbę młak w zespole); 10 - wyciek; 11 - punkt wysokościowy

Fig. 1. Area of research

Watersheds: 1 - European, 2 - of the 3rd order, 3 - of the 4th order, 4 - of the 5th order, 5 - drawn to the profile closing up the basin; 6 - simplified run of more important tectonic faults: A - the Średniak fault, B - the Jeszkówka fault, C - the Wilkanów fault; 7 - profile closing up principal basins; 8 - spring (figure indicates a number of springs in one complex); 9 - bon-spring (figure indicates a number of bog-springs in one complex); 10 - spring sapping; 11 - height-point

FIZYCZNOGEOGRAFICZNE WARUNKI WYSTĘPOWANIA WÓD PODZIEMNYCH

Masyw Śnieżnika jest częścią krystaliniku Łącka-Śnieżnika. Jest on zbudowany z dwóch formacji skał metamorficznych. Według W. Frąckiewicz i H. Teisseyre'a (1977) są to: formacja strońska, złożona głównie z łupków mikowych i paragnejsów oraz formacja gierałtowsko-śnieżnicka, reprezentowana przez gnejsy plagioklazowo-mikroklinowe. W obrębie tej formacji, z uwagi na wyraźne różnice strukturalne i teksturalne, wydzielono dwa kompleksy skalne: cienkowarstewkowe, miejscami smużyście gnejsy gierałtowskie oraz oczkowe lub słojuowo-oczkowe, z wyraźnymi znamionami pegmatyzacji – gnejsy śnieżnickie.

Zdaniem M. Dumicza (1979, 1986) skały budujące Masyw Śnieżnika są silnie sfałdowane. Obok fałdów izoklinalnych i dysharmonijnych tworzących szeroko promienne anty- i synklinoria, występują różnej wielkości łuski i nasunięcia o znacznych amplitudach, a także iniekcje. Z kolei J. Don (1989) wskazuje na synklinalną formę występowania łupków formacji strońskiej (synklina Siennej) oraz na antyklinalną formę występowania gnejsów formacji gierałtowsko-śnieżnickiej (antyklina Śnieżnika i Międzygórza).

Na zachód od Międzygórza skały krystaliczne zapadają pod osady górnokredowe rowu górnej Nysy Kłodzkiej. Wyraźną granicę obu tych jednostek stanowi uskok Wilkanowa (rys. 1). Osady kredowe (turon) reprezentowane są przez wapienie margliste z cienkimi wkładkami kruchych margli.

Skały podłoża przykryte są produktami wietrzenia oraz osadami akumulacji wodnolodowcowej bądź rzecznej. Zwiertzelina rumoszowo-gliniasta posiada zmienną miąższość, zróżnicowaną stosownie do nachylenia powierzchni; znaczne miąższości notuje się zwłaszcza u podnóży zboczy. S. Kowalski (1978a) ocenia grubość pokrywy zwiertzelinowej średnio na 0–2 m, maksymalnie do 5 m miąższości. Wskazuje przy tym na spękania i ich rosnące ku powierzchni terenu zagęszczenie. Głębokość szczelin także jest zróżnicowana; najgłębsze schodzą do 500 m p.p.t. Przeważają jednak szczeliny sięgające 20 m p.p.t. Większość z nich wypełnia glina zwiertzelinowa.

Osady akumulacji wodnolodowcowej i rzecznej nagromadzone są w dolinach, wzdłuż cieków, a także w dolnych partiach stromych zboczy górskich. Tworzą one liczne stożki napływowe i złożony system poziomów terasowych. Największe stożki napływowe rozwinięte są w strefie brzeżnej rowu górnej Nysy, u wylotu potoków na płaską powierzchnię rowu. Stożki budują żwiry i otoczaki gnejsowe z dużą domieszką gruzu i frakcji gliniastej. Charakter osadów i sposób ich nagromadzenia wskazuje na transport rzeczny przy udziale procesów stokowych. Miąższość osadów nagromadzonych w stożkach napływowych, w sąsiedztwie zboczy górskich osiąga maksymalnie 20 m i maleje w kierunku zachodnim.

Do poziomu stożków i ich kolejnych rozcięć erozyjnych nawiązują poziomy terasowe w dolinach rzek i potoków. Pierwszy poziom stanowi terasa holocenińska – zalewowa, osiągająca wysokość 1 m. Jest ona zbudowana z piasków i żwirów, corocznie przemywanych w czasie wezbrań. Kolejna terasa warciańska (2–5 m) – z reguły zbudowana jest z glin z gruzem skalnym oraz otoczków, piasków i żwirów. Oba te poziomy, leżące na cokole skalnym, nie przekraczają sumarycznie 5 m miąższości (Frąckiewicz, Teisseyre 1977).

Rzeźba obszaru badań jest niezwykle urozmaicona. Szczytem dominującym jest Śnieżnik (1425 m n.p.m.). Głębokie rozcięcia dolinne sprawiają, że nachylenia stoków są bardzo strome, przeciętnie 20–40%, a nierzadko mogą dochodzić do 60% lub więcej. Strome stoki występują przede wszystkim między Śnieżnikiem a Średniakiem, na zachodnich stokach Smrekowca oraz w strefie uskoku Wilkanowa.

Szczyty grupy Śnieżnika posiadają w większości przypadków kształty kopulaste lub płaskie. Ich charakter wskazuje na ślady peneplenizacji. Na obszarze badań występują trzy poziomy zrównań trzeciorzędowych. Najwyższy (1100–1200 m n.p.m.) stanowią spłaszczenia grzbietowe i stokowe w obrębie Śnieżnika i Średniaka, także wzdłuż wododziału Wilczki i Kleśnicy, biegnącego od Śnieżnika przez Żmijowiec aż do Czarnej Góry (rys. 1). Drugi poziom zrównania (830–900 m n.p.m.) rysuje się na grzbietach wododziałowych III rzędu (rys. 1). Poziom trzeci (700–780 m n.p.m.) to spłaszczenia wododziałowe w okolicy Międzygórza, Nowej Wsi i Goworowa. Szczególnie wyraźne jest spłaszczenie występujące w widłach Wilczki i Bogoryi. Spłaszczenia tego poziomu są rozległe, łagodnie nachylone, pokryte miąższą zwietrzeliną i zabagnione. Sprzyja to występowaniu w tym obszarze młak i stref podmokłych.

Opisane warunki geologiczne i orograficzne sprawiają, że można na omawianym obszarze wyróżnić trzy główne zbiorniki wód podziemnych:

- 1) wody szczelinowe w utworach krystalicznych,
- 2) wody w glinach deluwialnych i rumoszach skalnych,
- 3) wody w żwirach i piaskach budujących terasy rzeczne i stożki napływowe.

CHARAKTERYSTYKA KRENOLOGICZNA OBSZARU BADAŃ

Analizę zróżnicowania zaobserwowanych wpływów wód podziemnych przeprowadzono w ujęciu przestrzennym oraz wysokościowym. Obliczenie podstawowych charakterystyk źródeł, odniesionych do powierzchni, wymagało wyznaczenia na wstępie pól elementarnych. Posłużyły do tego zlewnie cząstkowe – autochtoniczne i różnicowe – zamknięte punktami kontroli

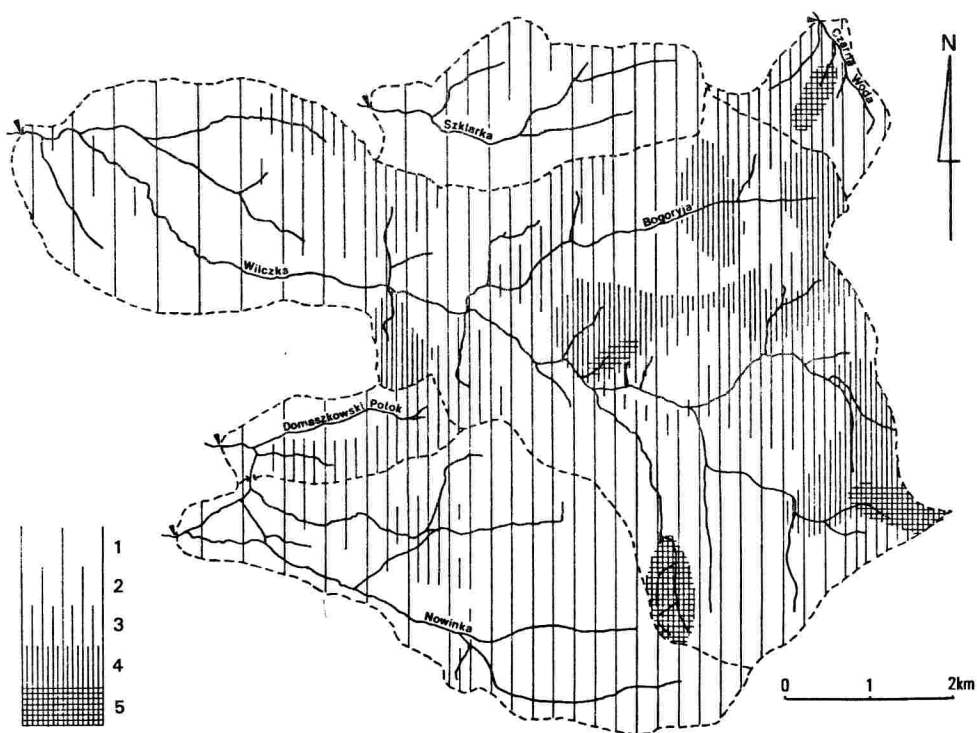
przepływu rzeczno. Wielkość wyznaczonych zlewni cząstkowych zawierała się w przedziale 0,075–2,9 km², przy czym pół o powierzchniach powyżej 2 km² było 5 i skupiały się one na zachodnim przedpolu masywu górskiego.

Pierwszym parametrem charakteryzującym rozmieszczenie badanych wypływów wód podziemnych jest **wskaźnik uźródłowienia**. Jego średnia wartość dla badanego obszaru wynosi 4,5 żr/1 km², przy znacznym przedziale zmienności 0,0–44,9 żr/1 km². Rozmieszczenie źródeł nie jest równomierne, lecz ich rozkład wykazuje pewne uporządkowanie przestrzenne. Strefy o najwyższej koncentracji wypływów wiążą się ze źródłowymi odcinkami głównych cieków obszaru: Wilczki (pod Śnieżnikiem i Małym Śnieżnikiem) oraz Czarnej Wody (pod Czarną Górą) – rys. 2. Wskaźnik uźródłowienia w dwóch najwyższych klasach (10–20 i 20–50) wiązać również należy z silnymi rozcięciami erozyjnymi powierzchni terenu.

Gęstość występowania źródeł nie wykazuje wyraźnego związku z budową geologiczną, a zwłaszcza z przebiegiem linii uskoków. Niskie wartości wskaźnika uźródłowienia występują na obszarze przedpola masywu, na zachód od uskoku Wilkanowa, gdzie wody podziemne giną w żwirach stożków napływowych i gromadzą się na kontakcie tych utworów ze stropem osadów kredowych. Niezbyt wyraźnie, w świetle wskaźnika uźródłowienia, zaznacza się również strefa krawędziowa masywu. Badania nie potwierdzają zatem wniosku J. Wrońskiego (1982), który wskazuje na istnienie tu stref wypływów i podmokłości, tworzonych przez wody infiltrujące w górach, a których pojawianie się jest zdeterminowane układem warstw geologicznych.

Kolejnym parametrem charakteryzującym badane wypływy jest **moduł odpływu wód źródłanych**, definiowany jako suma wydajności źródeł dzielona przez powierzchnię obszaru, na którym występują (tu: zlewnia cząstkowa). Średnia wartość tego wskaźnika, obliczona dla całego obszaru, kształtuje się na poziomie 0,92 dm³·s⁻¹·km⁻². Najwyższe moduły odpływu notuje się w strefie położonej wzdłuż działu wodnego Wilczki i Kleśnicy, biegnącego od Śnieżnika przez Żmijowiec, aż do Czarnej Góry (rys. 3). Z jednej strony układ ten jest oczywistą konsekwencją podwyższonych opadów, z drugiej zaś wiąże się z występowaniem w tej części terenu grupy uskoków oddzielających jednostkę Międzygórze od synkliny Siennej.

Wysokimi wartościami modułu odznaczają się również obszary (eksponowane także przy okazji wskaźnika uźródłowienia): południowo-zachodniego skłonu Śmrekowca oraz zachodniego stoku Małego Śnieżnika, gdzie poza rzeźbą istotną rolę w zasilaniu źródeł odgrywają wodonośne gliny deluwialne i rumosze skalne o znacznej miąższości. Z kolei najniższe wartości modułu wydajności wód źródłanych wiążą się z głęboko wciętą doliną Szklarki oraz podgórską częścią zlewni Wilczki. W pierwszym przypadku – głębokie wcięcie erozyjne, w drugim zaś – osady o charakterze żwirowym, decydują o małym znaczeniu drenażu punktowego.



Rys. 2. Wskaźnik uźródłowienia

1 – 0,0–1,0 źr/1 km², 2 – 1,1–5,0 źr/1 km², 3 – 5,1–10,0 źr/1 km², 4 – 10,1–20,0 źr/1 km²,
5 – 20,1–50,0 źr/1 km²

Fig. 2. Spring density coefficient

1 – 0,0–1,0 springs/1 km², 2 – 1,1–5,0 springs/1 km², 3 – 5,1–10,0 springs/1 km², 4 – 10,1–20,0
springs/1 km², 5 – 20,1–50,0 springs/1 km²

W charakterystyce krenologicznej obszaru nie sposób pominąć zagadnień traktujących o roli źródeł w zasilaniu koryt rzecznych. Ocenę tego zjawiska przeprowadzono na podstawie prostego wskaźnika, nazywanego czasem w literaturze **współczynnikiem zdrenowania obszaru źródłami** (np. Kryza 1988). Stanowi on iloraz sumy wydatku wypływów wód podziemnych w zlewni i przepływu w jej profilu kontrolnym bądź różnicy przepływów w przypadku zlewni różnicowej. Miare tę przyjęto wyrażać w procentach. Należy dodać, że okres, w którym prowadzono badania terenowe, był praktycznie bezdeszczowy. Można zatem przyjąć, że wody płynące w korytach cieków pochodziły wyłącznie z drenażu wód podziemnych. Stąd, badany

wskaźnik pokazuje udział drenażu punktowego w odpływie podziemnym, zaś różnica między wartością 100% i tym wskaźnikiem daje udział drenażu liniowego (bezpośredniego zasilania koryta wodami podziemnymi). Pomijamy tu oczywiście sytuację, w której źródła występują bezpośrednio w korytach rzecznych.



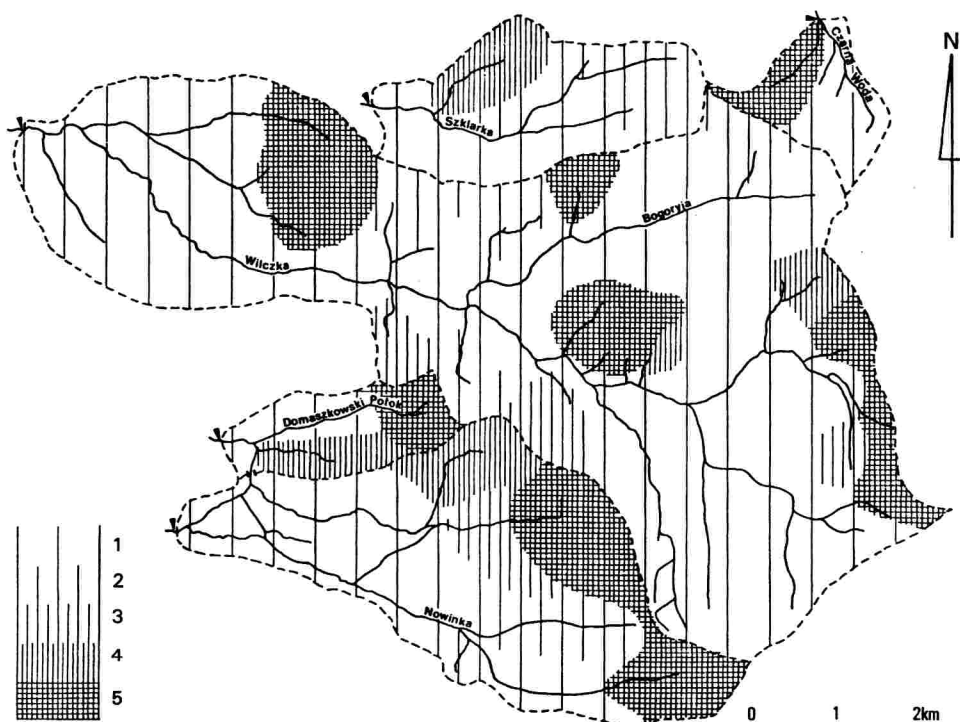
Rys. 3. Moduł odpływu wód źródłanych

1 – $0,00-0,10 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, 2 – $0,11-0,50 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, 3 – $0,51-1,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$,
4 – $1,1-2,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, 5 – $2,1-5,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, 6 – $5,1-10,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$

Fig. 3. Modulus of spring water runoff

Średni współczynnik zdrenowania źródłami na badanym obszarze wynosi 26%, przy czym poszczególne wartości układają się w całym przedziale zmienności od 0 do prawie 100%. Obszary o bardzo wysokim stopniu zdrenowania źródłami koncentrują się wokół źródłowych odcinków cieków (rys. 4). Są to zachodnie stoki Iglicznej i Małego Śnieżnika, południowo-zachodnie stoki Smrekowca oraz strefa biegnąca wzdłuż działu wodnego Wilczki i Kleśnicy. Jednak, co zaskakujące, północna część tej ostatniej

strefy charakteryzuje się niską wartością wskaźnika. Być może wiąże się to z wymienianą już wcześniej grupą uskoku oddzielających jednostkę Międzygórze od synkliny Siennej. Tam bowiem zasilanie cieków odbywać się może bezpośrednio ze szczelin lub na drodze tranzytu poprzez pokrywy zwietrzelinowe, pomimo wysokiego wskaźnika uźródłowienia i modułu odpływu wód źródłanych. Ogólnie można stwierdzić, iż wartość wskaźnika maleje wraz z postępującym rozcięciem terenu i wykształceniem dolin rzecznych, a co się z tym wiąże, rosnącą miąższością pokryw zwietrzelinowych, bezpośrednio lub tranzytowo zasilających koryta rzeczne. Najniższe wartości wskaźnika zanotowano na przedpolu masywu, zbudowanym z dobrze przepuszczalnych żwirów stożków napływowych i usypiskowych.



Rys. 4. Udział wód źródłanych w odpływie całkowitym

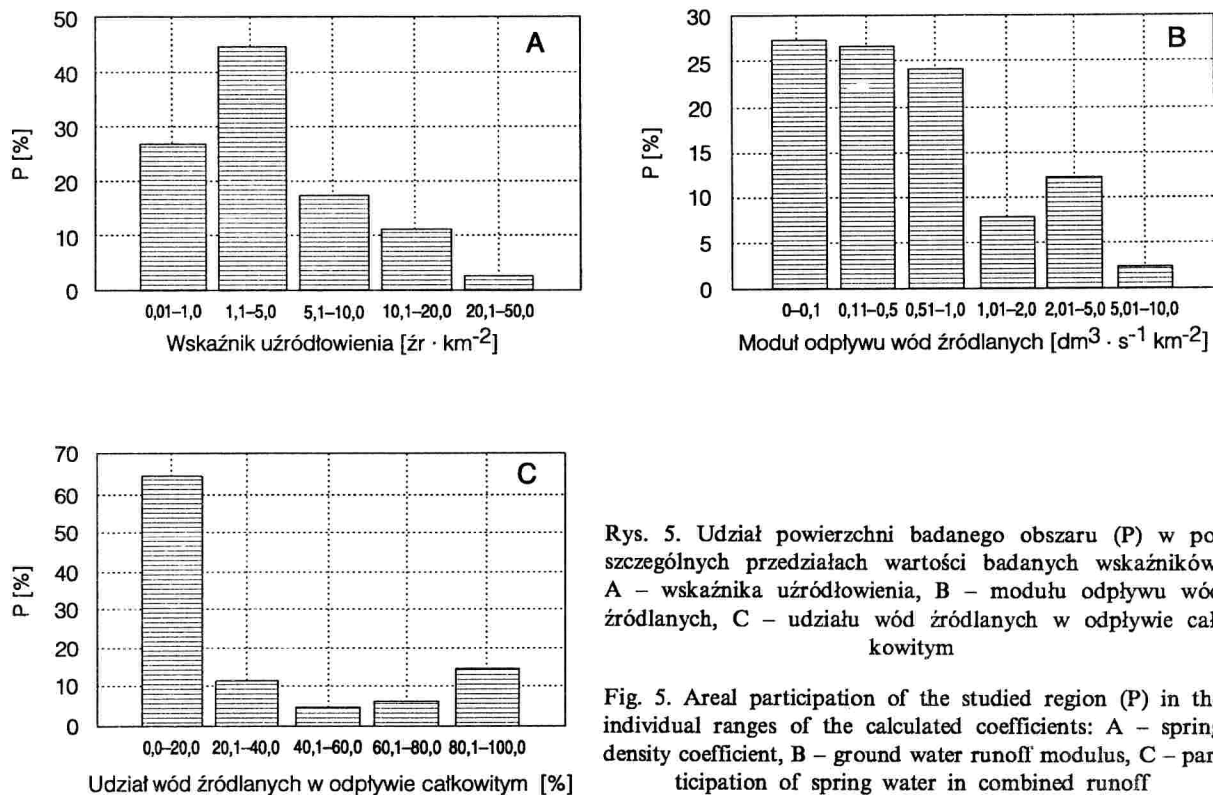
1 – 0,0–20,1%, 2 – 20,1–40,0%, 3 – 40,1–60,0%, 4 – 60,1–80,0%, 5 – 80,1–100,0%

Fig. 4. Participation of spring water in combined runoff

Analizy te wskazują, iż na rozmieszczenie źródeł i ich rolę w odpływie znaczny wpływ wywiera rzeźba terenu i związana z nią wysokość opadu atmosferycznego oraz występowanie i miąższość pokryw zwietrzelinowych. Sam masyw krystaliczny i strefy jego spękań mają generalnie znaczenie drugorzędne. Wyjątkiem jest tu strefa górnego dorzecza Bogoryi i Czarnej Wody.

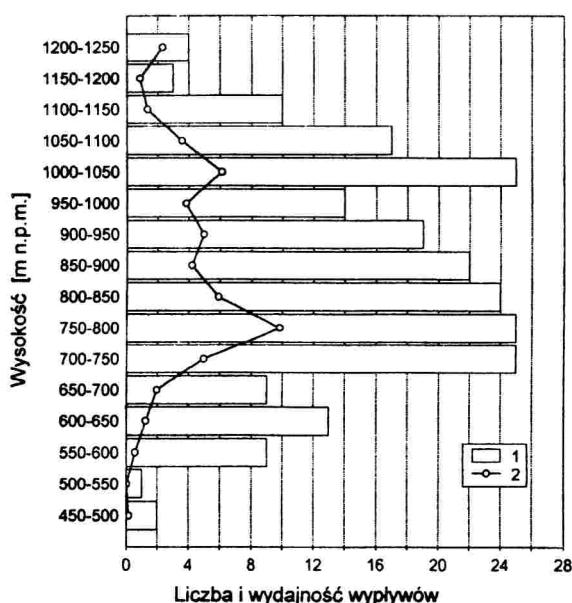
Na zakończenie rozważań dotyczących przestrzennego rozmieszczenia wypływów wód podziemnych należy zwrócić uwagę, że udział powierzchni badanego obszaru w poszczególnych przedziałach zmienności obliczonych wskaźników nie jest równomierny. W przypadku wskaźnika uźródłowienia 40% powierzchni charakteryzuje się wartościami z przedziału 1,1–5,0 $\text{żr}/1 \text{ km}^2$ (rys. 5A). Inaczej na tym tle przedstawia się moduł odpływu wód źródłanych (rys. 5B). Po około 25% powierzchni zajmują obszary o wskaźnikach z przedziałów: 0,00–0,10, 0,11–0,50, 0,51–1,00 $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Układ taki niewątpliwie podkreśla rolę dominującego obszaru wodonośca, jakim są tu pokrywy zwietrzelinowe. Warto też zwrócić uwagę na udział wód źródłanych w odpływie (rys. 5C). Największą powierzchnię zajmują obszary o współczynniku z przedziału 0–20% (ponad 60%). Nie należy tego utożsamiać jedynie z nikłymi zasobami wód podziemnych. Bowiem, jak wykazano wcześniej, bardzo istotną rolę odgrywa tu proces drenażu liniowego. Na uwagę zasługuje również relatywnie podwyższony udział powierzchni (około 13%), charakteryzujących się wskaźnikiem rzędu 80–100%. Zjawisko to wiązać należy z dość licznymi powierzchniami spłaszczeń grzbietowych, gdzie obszary źródłiskowe inicjują bieg większych potoków.

Podczas badań terenowych zarejestrowano 212 naturalnych wypływów wód podziemnych, w tym: 162 źródła właściwe, 38 wycieków i 12 młak. Pionowe zróżnicowanie liczby wypływów i sumy ich wydajności przedstawiono na rys. 6. Łatwo zauważyć, iż wypływy najliczniej występują w strefach 700–850 m n.p.m. oraz 1000–1050 m n.p.m. Wysokości te odpowiadają trzeciorzędowym poziomom zrównań rzeźby wymienianym przez W. Frąckiewicza i H. Teisseyre'a (1977). Największa sumaryczna wydajność wypływów wód podziemnych towarzyszy strefie 750–800 m n.p.m. Układ ten zdeterminowany jest występowaniem częściowo zabagnionych fragmentów spłaszczeń stokowych, jak również wiąże się z faktem, że na tej wysokości występują zwykle dolne partie stoków i dna dolinne, wyścielone miększymi warstwami zwietrzeliny i rumoszu skalnego. Wyniki te korespondują z materiałami uzyskanymi przez S. Kowalskiego (1978a). Mała liczba źródeł, jak i ich niska wydajność występuje w strefie 450–550 m n.p.m. Obszar ten obejmuje tereny przedpola masywu górskiego, budowanego przez piaski i żwiry czwartorzędowe podścielone utworami górnej kredy.



Rys. 5. Udział powierzchni badanego obszaru (P) w poszczególnych przedziałach wartości badanych wskaźników: A – wskaźnika uźródłowienia, B – modułu odpływu wód źródłanych, C – udziału wód źródłanych w odpływie całkowitym

Fig. 5. Areal participation of the studied region (P) in the individual ranges of the calculated coefficients: A – spring density coefficient, B – ground water runoff modulus, C – participation of spring water in combined runoff



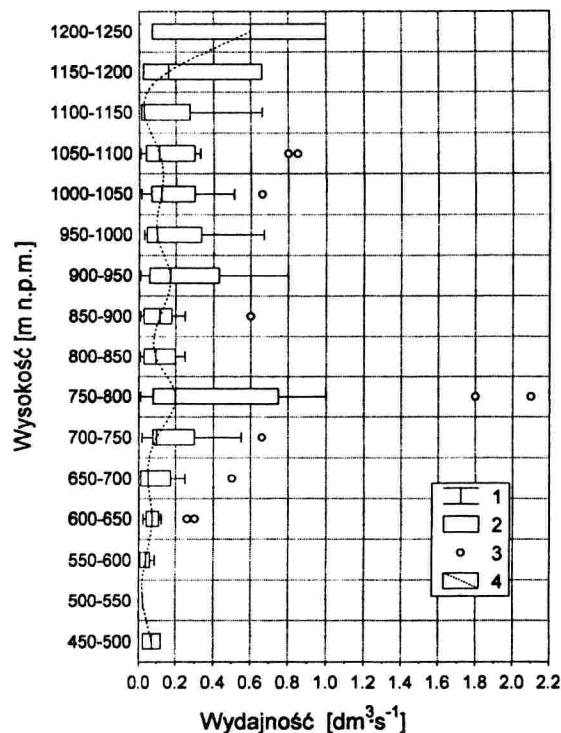
Rys. 6. Liczba i sumaryczna wydajność wypływów wód podziemnych w strefach wysokościowych

1 – liczba wypływów, 2 – sumaryczna wydajność wypływów ($\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 6. Number of ground water outflows and their combined output at height-intervals

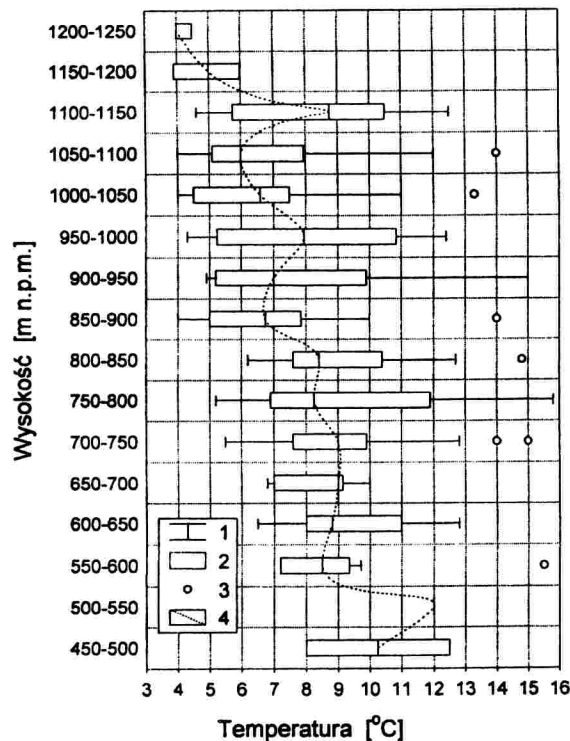
1 – number of outflows, 2 – combined output of outflows ($\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

Większość badanych wypływów wód podziemnych mieści się w klasach wydajności od VI do VIII wg klasyfikacji Meinzera (P a z d r o 1983). Jedynie dwa można zaliczyć do klasy V (rys. 7). Zarówno rozpiętość przedziału zmienności, jak i przeciętna wydajność wypływów (wyrażona medianą) jest bardzo zróżnicowana w poszczególnych strefach wysokościowych. Można jednak wyróżnić strefy o małym (450–700 m n.p.m., 800–900 m n.p.m.) i dużym (700–800 m n.p.m., 900–1250 m n.p.m.) zróżnicowaniu tej wydajności. Powyżej 700 m n.p.m. przeciętna wydajność źródeł wyraźnie wzrasta, osiągając $0,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w strefie 750–800 m n.p.m. i maksimum bezwzględne na wysokości 1200–1250 m n.p.m. – $0,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Należy jednak zauważyć, iż w tej ostatniej strefie występują jedynie 4 wypływy. Ogólnie można stwierdzić, że ani szerokość przedziału zmienności, ani przeciętna wydajność źródła nie wykazują wyraźnego trendu pionowego. Zatem zbiorniki wód podziemnych, zasilające te źródła, również nie wykazują takiej strefowości.



Rys. 7. Rozkład wydajności wypływów wód podziemnych w strefach wysokościowych

Fig. 7. Output distribution of ground water outflows at height-intervals

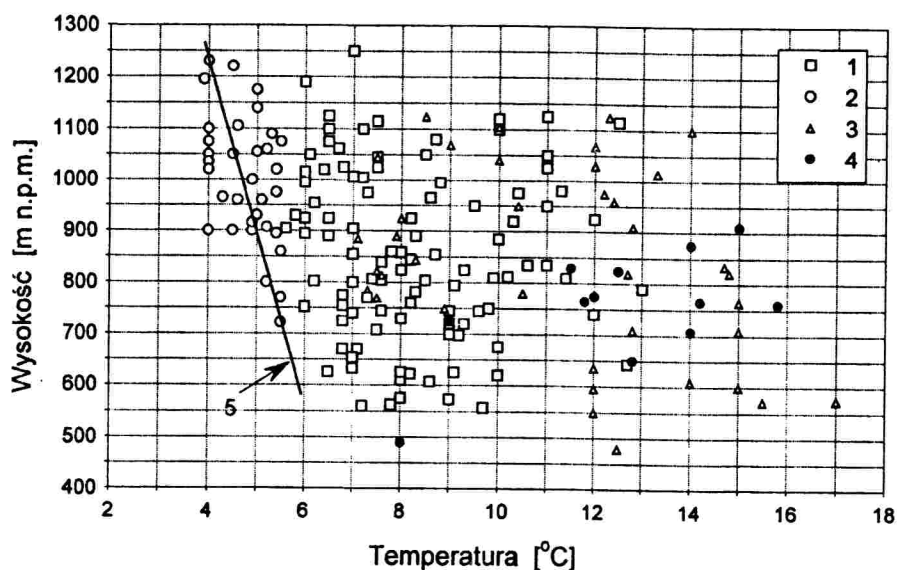


Rys. 8. Rozkład temperatury wypływów wód podziemnych w strefach wysokościowych

Fig. 8. Temperature distribution of ground water outflows at height-intervals

1 – odchylenie ćwiartkowe (zaznaczane tylko do skrajnej wartości), 2 – rozstęp międzykwartylowy, 3 – zmienna ekstremalna, występująca poza obszarem odchylenia ćwiartkowego, 4 – mediana

1 – quartile deviation (marked only to the extreme value), 2 – intraquartile range, 3 – extreme variable, appearing beyond quartile deviation area, 4 – median



Rys. 9. Rozkład temperatury wypływów wód podziemnych względem wysokości

1 – źródła właściwe, w tym: 2 – źródła o temperaturze poniżej 5,5°C, 3 – wycieki, 4 – młaki, 5 – prosta regresji dla źródeł o temp. poniżej 5,5°C

Fig. 9. Distribution of ground water outflows temperature in respect of altitude

1 – real springs, in it: 2 – springs with the temperature below 5,5°C, 3 – spring sappings, 4 – bog-springs, 5 – linear regression for springs with the temperature below 5,5°C

Nieco inaczej przedstawia się sytuacja w przypadku pionowej zmienności temperatury wód źródłanych (rys. 8). Widać tu wyraźny, choć nierównomierny, trend spadku przeciętnej temperatury wraz z wysokością. Dyspersja ta wynika zapewne z występowania na różnych wysokościach wycieków i młak, w których podwyższenie temperatury wynika z dłuższego przebywania wody przy powierzchni gruntu. Fakt ten potwierdzają również znaczne rozstępy przedziałów zmienności temperatury, aż do wysokości 1150 m n.p.m.

Teza o podwyższaniu przeciętnej temperatury wypływów przez wody z wycieków i młak w prawie wszystkich strefach wysokościowych znajduje również swe potwierdzenie na wykresie zależności temperatury poszczególnych rodzajów wypływów od wysokości (rys. 9). Warto zauważyć, że młaki skupiają się praktycznie w strefie 600–900 m n.p.m. Tu zaś znaczne powierzchnie zajmują spłaszczenia stokowe, gdzie na półkach skalnych, zazwyczaj zalesionych, odpływ wody podziemnej jest utrudniony.

Analizy wydajności i temperatury potwierdzają wyniki obserwacji terenowej, iż w grupie 162 źródeł właściwych większość stanowią źródła zwietrzelinowe

i zwietrzelinowo-szczelinowe. W ocenie S. Kowalskiego źródła typu szczelinowego spotykane są w zlewni Wilczki stosunkowo rzadko (1978a, b). W celu weryfikacji tej tezy wybrano grupę źródeł o najniższych temperaturach wody (rys. 9). Za szczelinowym pochodzeniem wód w tych 36 źródłach przemawia kilka faktów. Posiadają one niską temperaturę wody i charakteryzują się jej wyraźnym spadkiem wraz z wysokością. Warto też zauważyć, że średnia temperatura tych wypływów jest zbliżona do średniej rocznej temperatury powietrza w Masywie Śnieżnika.

Wydaźność większości tych źródeł waha się w przedziale $0,1\text{--}0,5\text{ dm}^3\cdot\text{s}^{-1}$, podczas gdy S. Kowalski ocenia przeciętną wydaźność większości szczelin masywu na $0,3\text{ dm}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (1978a). Należy również dodać, że większość omawianych źródeł występuje w strefie biegnącej wzdłuż uskoku Średniaka, której towarzyszy stosunkowo niewielka miąższość pokryw zwietrzelinowych. Z pewnością źródła te wymagają dłuższego okresu obserwacji i weryfikacji, lecz wymienioną strefę, obejmującą górne dorzecza: Wilczki, Bogoryi i Czarnej Wody, uznać można za predysponowaną do tworzenia wypływów wód podziemnych pochodzenia szczelinowego.

LITERATURA

- Bieroński J., 1989, *Hydrologia zlewni Kleśnicy*, [w:] *Jaskinia Niedźwiedzia w Kletnie*, Ossolineum, Wrocław
- Don J., 1989, *Jaskinia na tle ewolucji geologicznej Masywu Śnieżnika*, [w:] *Jaskinia Niedźwiedzia w Kletnie*, Ossolineum, Wrocław
- Dumicz M., 1979, *Próba wyjaśnienia tektogenezy serii zmetamorfizowanych Ziemi Kłodzkiej*, Geol. Sudet., 2, Wrocław
- Dumicz M., 1986, *Następstwo serii gnejsowych i deformacji tektonicznych w świetle analizy strukturalnej tektogenu sudeckiego na przykładzie wybranych obszarów Ziemi Kłodzkiej*, [w:] *Historia ruchów tektonicznych na ziemiach polskich, cykl kaledońsko-waryscyjski*, Konferencja Kom. Tekt. Komit. Nauk Geol. PAN, 17–18.02.1986 r., Wrocław
- Frąckiewicz W., Teisseyre H., 1977, *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Sudetów*. Ark. Międzygórze. 1:25 000, Wyd. Geol., Warszawa
- Kowalski S., 1978a, *Kilka obserwacji hydrogeologicznych na obszarze masywu Śnieżnika*, Acta Univ. Wratisl., Prace Geol.-Min., 5, Wrocław
- Kowalski S., 1978b, *Wstępna charakterystyka źródeł w masywie Śnieżnika na obszarze zlewni Wilczki*, Acta Univ. Wratisl., Prace Geol.-Min., 5, Wrocław
- Kozłowski S., 1989, *Budowa geologiczna otoczenia jaskini*, [w:] *Jaskinia Niedźwiedzia w Kletnie*, Ossolineum, Wrocław
- Kryza H., 1988, *Formowanie się odpływu podziemnego w zlewniach górskich masywu Śnieżnika*, Acta Univ. Wratisl., Prace Geol.-Min., 5, Wrocław
- Kryza H., Kryza J., 1986, *Odpływ podziemny i zasoby odnawialne Sudetów i ich przedpola jako kryterium regionalizacji hydrogeologicznej*, Prace Nauk. Inst. Geot. Polit. Wroc., Ser. Konf., 49, Wrocław
- Oberc J., 1978, *Sudety*, [w:] *Budowa geologiczna Polski*, t. I, *Stratygrafia*, Wyd. Geol., Warszawa
- Pazdro Z., 1983, *Hydrogeologia ogólna*, Wyd. Geol., Warszawa

- Staśko S., 1996, *Wody podziemne w skałach krystalicznych na podstawie badań wybranych obszarów Sudetów polskich*, Acta Univ. Wratisl., Prace Geol.-Min., 53, Wrocław
- Stupnicka E., 1989, *Geologia regionalna Polski*, Wyd. Geol., Warszawa
- Walczak W., 1968, *Sudety*, PWN, Warszawa
- Wroński J., 1982, *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Sudetów*, Ark. Domaszków. 1:25 000, Wyd. Geol., Warszawa

Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej
Uniwersytetu Łódzkiego

Zygmunt Maksymiuk, Edmund Tomaszewski

SUMMARY

The evaluation of the spring regime lets us characterize some hydrogeological features of the researched area and determine the influence of the so called point drainage on a layout and quantity of water which supplies the river network. It refers especially to the mountaineous areas. A good example is the metamorphic Śnieżnik Massif, where due to the lack of representative hydrogeological bore-holes a number of springs are the only sign of the underground water circulation.

The hydrographical mapping of the researched area was carried out in July 1994. This period was characterized by an evident shortage of precipitations and by high temperatures of air. They researched the Wilczka drainage basin down to the Wilkanów profile and all the upper parts of the Nowinka, Domaszkowski Potok, Szklarka and Czarna Woda drainage basins (fig. 1). There were observed 212 natural underground water outflows there, of which 162 were real springs, 38 sapping springs and 12 bog-springs.

The analysis of the observed spatial diversity of the underground water outflows was carried out basing on the elementary measures referred to the areas of the autochthonous and defferentiated drainage basins. Those basic measures are: springability coefficient, spring water runoff modulus and the participation of the spring water in the combined runoff (fig. 2, 3, 4, 5). They noticed evident connections with relief, geology i.e. characteristics of the underground water basins, drained by springs.

The vertical diversity of the researched springs was examined either in the zonal height-intervals or actual altitude (precise fixing of an altitude) (fig. 6, 7, 8, 9). The quantity of the outflows and their features (temperature, yield) were estimated on the statistical characteristics of the studied series. There were not observed any very evident connections of the analyzed characteristics with an altitude. The authors observed a tendency to constitute height-intervals in which the character and the regime of the springs are similar. The causes for such a state should be searched in orographic and geological features, which are combined with the occurence of definite groups of outflows on the proper altitude.