

Zawartość informacyjna baz danych PIG-PIB w aspekcie badań wydajności źródeł Polski

Adam Bartnik¹, Piotr Moniewski²



A. Bartnik

P. Moniewski

The content of the PGI-NRI databases in terms of research on discharges of springs in Poland. *Prz. Geol.*, 66: 283–293.

A b s t r a c t. The paper presents an analysis of the content of the PIG-PIB databases in terms of information on discharges of springs in Poland. In general, the information covers about 87 springs. They are compiled in two databases: the Quantitative Monitoring Database (MSI) and the Central Hydrogeological Data Bank (CBDH). The measurement series concerns the period 1973–2016, and there are 41 springs still monitored. Most of the observed objects are small springs (class VI) with the average discharge of only $0.33 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Unfortunately, the biggest problem is the lack of series synchronization. Their length ranges from a few months to almost 40 years, but 39 outflows is observable for less than a decade. Most of the springs (57) represent Paleogene Carpathian flysch sediments, 27 Sudetic rocks, 2 karst springs are in the Cracow-

-Częstochowa Upland, and only one is located in Pomerania. The lack of data synchronization makes it difficult to conduct some analyses, but does not exclude the use of other quantitative characteristics of springs, e.g. in the research of seasonal and long-term discharge variability. The variety of selection of objects can also help in an evaluation of the impact of environmental factors on the spring outflow.

Keywords: springs, database, Poland, spring discharge, time series

Jedną z najważniejszych ilościowych cech źródła jest jego wydajność. Badanie wydajności, będącej wypadkową wielu czynników oddziałujących na podziemną zlewnię wypływu, dostarcza informacji o jej środowisku. Uważna obserwacja źródeł prowadzi do pozyskania wielu informacji nie tylko o płytkich systemach przepływu wody, lecz również wiele mówi o pojemności formacji zbiornikowej oraz głębszym krążeniu wód (Staško, 2007). Jednakże, pojedynczy czy sporadycznie wykonany pomiar wydajności nie zapewni danych niezbędnych do uzyskania charakterystyk, które w pełni odzwierciedlają wpływ warunków meteorologicznych na stan drenowanego zbiornika wody podziemnej. Koszty pozyskania informacji o wodonośności drenowanych formacji oparte na badaniach źródeł są znacznie niższe od nakładów wykonania otworu studziennego. Dokładniejsze określenie hydrogeologicznych cech wypływu wymaga jednak analizy jednorodnej serii regularnych pomiarów wydajności, wykonywanych w dłuższym okresie (wieloletniu). Niestety brak jednolitej i powszechnie dostępnej bazy danych o ich wydajności sprawia, że reżim źródeł Polski wciąż nie został poznany w wystarczającym stopniu.

Ilościowy monitoring wpływów wód podziemnych w Polsce jest prowadzony od wielu lat. Krótkie serie pomiarów wydajności były rejestrowane już przed II wojną światową na potrzeby balneologii lub zaopatrzenia miast w wodę pitną (Małecka, 1997; Barczyk, 2008). Początki regularnego monitoringu źródeł sięgają lat 50. XX w., kiedy rozpoczęto pomiary wydajności kilku większych wpływów – głównie wywierzyisk krasowych. Należy do nich seria wydajności najdłużej obserwowanego źródła w Polsce, położonego w Wąwolnicy na Wyżynie Lubelskiej (Michalczyk, Turczyński, 1999). Kilkanaście dłuższych serii pomiarowych źródeł zawierają także Roczniki Hydro-

logiczne publikowane przez IMGW w latach 70. i 80. ub.w. Oprócz tego monitoring wydajności źródeł w różnych latach prowadziły liczne ośrodki naukowe w całej Polsce na własne potrzeby badawcze (Moniewski, 2004; Szczucińska, 2009; Satora i in., 2010; Buczyński i in., 2011). Część badań, skierowana na wskazanie wieloletnich tendencji wydajności (Chełmicki, 2001; Michalczyk i in., 2015), opierała się na nieregularnych i odległych czasowo wynikach pomiarów. Jedną z opisywanych w literaturze baz danych źródeł Sudetów Środkowych stała się podstawą do ilościowej i jakościowej charakterystyki krenologicznej masywów górskich Ziemi Kłodzkiej (Buczyński i in., 2011). Na jej podstawie wykazano, że głównym czynnikiem, który wpływa na gęstość występowania źródeł oraz liczbę źródeł okresowych na obszarach charakteryzujących się zbliżonymi warunkami klimatycznymi i podobnym wykształceniem litologicznym, jest zróżnicowanie morfologiczne oraz pozycja źródła w polu hydrodynamicznym. Najpełniejszej charakterystyki rozmieszczenia i wydajności źródeł w Polsce dokonali Chełmicki i in. (2010).

Trzeba niestety przyznać, że badania wydajności polskich źródeł są na ogół nieskoordynowane, a wyniki pomiarów nie były dotąd publicznie udostępnione. O potrzebie utworzenia jednolitej bazy danych wpływów wód podziemnych pisali już Buczyński i in. (2003), Chełmicki (2006) oraz Siwek (2007). Zagadnienie to było też szeroko dyskutowane na Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej poświęconej źródłom Polski, która odbyła się w dn. 18–20 września 2017 r. w Białymstoku i Supraślu. Warto zatem zwrócić uwagę na jedne z nielicznych, publicznie dostępnych baz danych, gromadzących szeregi wydajności źródeł Polski.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie zawartości informacyjnej baz danych zestawionych i udostępnio-

¹ Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki, ul. Narutowicza 88, 90-139 Łódź; adam.bartnik@geo.uni.lodz.pl.

² Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi, ul. Lipowa 16, 90-743 Łódź; p.moniewski@wios.lodz.pl.

nych przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) oraz możliwości ich wykorzystania w badaniach krenologicznych. Podjęto w nim próbę oceny udostępnionych serii z punktu widzenia reprezentatywności przestrzennej oraz struktury czasowej szeregów wydajności badanych źródeł.

BAZY DANYCH WYDAJNOŚCI ŹRÓDEŁ

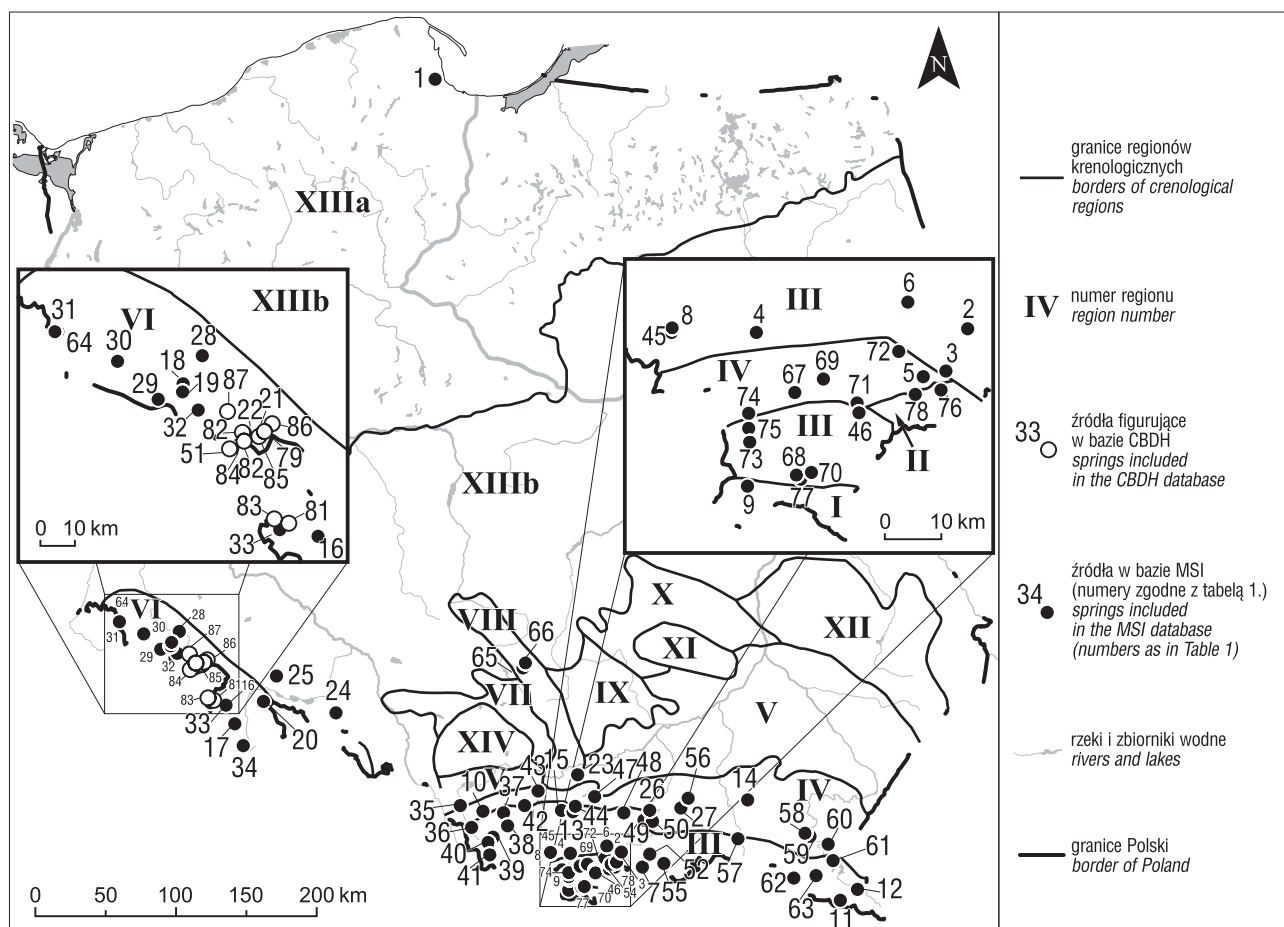
Ciąglymi pomiarami wydajności źródeł w Polsce zajmuje się Państwowa Służba Hydrogeologiczna (PSH), wypełniająca swe zadania w ramach PIG-PIB. Monitoruje ona szereg wypływów rozmieszczonych głównie w południowej części kraju. Minima, maksima oraz średnie miesięczne wydajności 8 sudeckich i 29 źródeł karpackich opublikowano w latach 2003–2016 w Rocznikach Hydrogeologicznych PSH. Obecnie są one zestawione w kilku bazach danych zarządzanych przez PIG-PIB. Należą do nich:

– Centralny Bank Danych Hydrogeologicznych – Bank HYDRO, będący główną bazą danych hydrogeologicznych; są w niej gromadzone głównie dokumentacje odwiertów i ujęć wód podziemnych, lecz zawiera także informacje o źródłach wód zwykłych mineralnych i termalnych wraz z ich lokalizacją i danymi pomiarowymi i obliczeniowymi (<http://www.pgi.gov.pl/psh/dane-hydrogeologiczne-psh/947-bazy-danych-hydrogeologiczne/9057-bankhydro.html>);

– Baza danych Monitoring Wód Podziemnych, której zadaniem jest gromadzenie danych dotyczących położenia zwierciadła wód podziemnych oraz jakości wód podziemnych w poszczególnych punktach (studnie, odwierty, źródła); powstała z połączenia istniejących wcześniej baz SOH i MONBADA, dlatego wewnętrznie jest nadal podzielona na bazę Monitoringu Stanu Ilościowego (MSI) oraz Monitoringu Stanu Chemicznego (MSC) (<http://www.pgi.gov.pl/psh/dane-hydrogeologiczne-psh/947-bazy-danych-hydrogeologiczne/8887-bazy-danych-monitoring-wod-podziemnych.-html>);

– Bank danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopaliny – Bank Wód Mineralnych, gromadzący informacje o odwiertach, studniach i źródłach, którymi ujmowane są wody lecznicze, termalne i solanki.

Informacje dotyczące wydajności źródeł zawierają dwie pierwsze spośród wyżej wymienionych baz danych. Ogółem w udostępnionych zasobach PIG-PIB znajdują się dane o wydajności 87 źródeł (ryc. 1). Każdy z obserwowanych obiektów posiada kilka (2–4) numerów, pozwalających na jego identyfikację w różnych bazach danych. Baza Monitoringu Stanu Ilościowego (MSI) zawiera dane o wydajności 78 źródeł, spośród których 56 obiektów figuruje jednocześnie w Centralnej Bazie Danych Hydrogeologicznych (CBDH). Ponadto, 52 wypływy spośród punktów MSI zarejestrowano jako punkty MSC. Dodatkowo CBDH uzupełnia zasób monitorowanych źródeł o 9 wypływów, nie należących do MSI ani MSC.



Ryc. 1. Lokalizacja wypływów objętych monitoringiem stanu ilościowego prowadzonym przez PSH na tle regionów krenologicznych Polski (Moniewski, Siwek, 2017, zmienione)

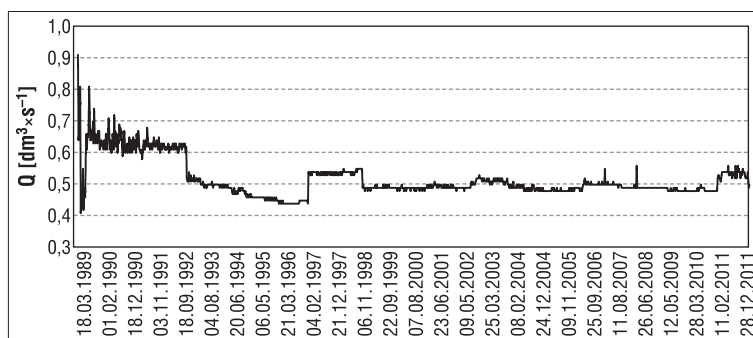
Fig. 1. Location of springs with discharges measured by the PSH, against the background of crenological regions of Poland (Moniewski, Siwek, 2017, modified)

Podstawowe informacje o obiektach systemu przetwarzania danych PSH znajdują się pod adresem <http://spdps.h.pgi.gov.pl>. Zestawienie zawiera numery porządkowe w bazach ilościowego i chemicznego Monitoringu Wód Podziemnych (MWP), numer posterunku w CBDH oraz informacje o położeniu obiektu. Lokalizację wypływu ilustruje interaktywna mapa, a jego identyfikację ułatwiają podane współrzędne (w układzie PUGW 1992 oraz geograficzne) oraz rzędna (w m n.p.m.), a także uzupełniające dane o przynależności administracyjnej (województwo, powiat, gmina, miejscowość). Umożliwia to zakwalifikowanie obiektu do określonej jednostki fizycznogeograficznej, np. grupy górskiej czy mezoregionu. Podano również przynależność do Jednolitych Części Wód Podziemnych (JCWPd) oraz lokalizację wypływu w hydrologicznym podziale dorzecza. Zrezygnowano natomiast z umieszczania nazw własnych obiektów, co niekiedy utrudnia ich identyfikację, np. Wywierzyisko (nr 9) i źródło (nr 77) Chochołowskie. Zestawienie zawiera ponadto rok budowy posterunku, wraz z informacją czy nadal on funkcjonuje oraz lata rozpoczęcia lub ewentualnie zakończenia obserwacji.

Pozyskanie bardziej szczegółowych danych wymaga złożenia wniosku o udostępnienie informacji zbieranych i przetwarzanych przez PSH. Tą drogą można uzyskać m.in. charakterystykę litologiczną skał budujących zlewnię podziemną źródła oraz ich cechy stratygraficzne (w nomenklaturze sprzed i po 2005 r.), a także szeregi wydajności obserwowanych wypływów.

Pewną niedogodnością jest typowa dla PIG-PIB unifikacja charakterystyki źródeł z opisem otworów studziennych i piezometrów, upraszczająca ich cechy ważne z punktu widzenia dynamiki wydajności. O niektórych z nich, np. hydrogeologicznym typie wypływu (warstwowy, szczelinowy, uskokowy, krasowy) można wnioskować jedynie pośrednio – na podstawie cech litologicznych i stratygraficznych skały macierzystej. Nie znajdziemy też informacji o typie morfologicznym (usytuowaniu względem doliny cieku), ani o sposobie wypływu (ascensyjny lub descensyjny), które mogłyby wskazać na głębokość krążenia wody i jego hydrogeologiczne uwarunkowania.

Podstawową treść baz danych stanowi wydajność wypływów, wyrażana w $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Źródłowa dokładność pomiarów nie jest znana, natomiast w ich zestawieniu liczba cyfr po przecinku jest zróżnicowana. Większość danych została zaprezentowana z dokładnością do $0,01 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, ale wiele pojedynczych pomiarów ogranicza się do 0,1 lub tylko do $1,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Rozdzielczość najmniejszych wydajności wynosi $10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Natomiast precyzyjność sięgająca $10^{-2} \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, w stosunku do kilkusetlitrowych wydajności maksymalnych największych wypływów, wydaje się pozorna. Zdecydowanie wystarczyłaby w tym przypadku zasada trzech cyfr znaczących. Dodatkowym utrudnieniem w czytelności szeregów jest brak jakichkolwiek objaśnień lub komentarzy do zgromadzonego materiału, rozwiewających wątpliwości co do rzetelności danych lub choćby zdradzających techniczne aspekty pomiaru (wodo-



Ryc. 2. Przebieg zmian wydajności (Q) źródła w Czerńcycach w latach 1988–2011 (na podstawie danych PIG-PIB)

Fig. 2. Changes in the Czerńcycze spring discharge rate (Q) during the period 1988–2011 (based on PIG-NRI data)

wskaz z obserwatorem, limnigraf, limnimetr cyfrowy, przepływomierz). Przykładem niech będą dane sudeckiego źródła w Czerńcycach (nr 25), którego wydajność w ciągu 23 lat obserwacji zmieniała się skokowo (ryc. 2). Jej poziom i dynamika różniły się wyraźnie w poszczególnych okresach, co podważa jednorodność danych. W bazie znajdują się wyłącznie wypływy posiadające udokumentowane zasoby wodne. Są to to najczęściej ujęcia wody pitnej, umożliwiające zainstalowanie przelewu pomiarowego i aparatury do automatycznego monitoringu wydajności lub przynajmniej stanu wody. Urządzenia pomiarowe instaluje się zazwyczaj na odpływie z ujęcia, odprowadzającym nadmiar niewykorzystanej dla celów komunalnych wody, dlatego w przypadku niewielkich wypływów nie odzwierciedlają one pełnej skali zmienności wydajności. Wiadomo, że wydajność tego źródła mierzono metodą podstawionego naczynia. Ponieważ największą amplitudę wahań wydajności zarejestrowano w pierwszym miesiącu obserwacji, przyczyną niejednorodności może być nieprawidłowe przeliczenie wydajności³. Niezależnie od niego, wypływ w Czerńcycach charakteryzuje się wyjątkowo niskim wskaźnikiem zmienności wydajności Mailleto'a (C_R), wynoszącym zaledwie 1,6 (źródło stałe).

W chwili obecnej istnieją różne zalecenia dotyczące wykonywania pomiarów wydajności źródeł przez PSH (Kazimierski, 2015). Zakładają one, że w źródłach o skoncentrowanym wypływie pomiary są wykonywane metodą naczyń podstawianych lub przelewu pomiarowego, zaś w wypływach rozproszonych – za pomocą młynka hydrometrycznego lub łaty wodowskazowej. Omawiane instrukcje opracowano jednak dla lat 2016–2021, wcześniejsze pomiary prowadzono w różny sposób (Czarnecka, 1965).

Niepewność wprowadzają także liczne wydajności zerowe, które zdarzają się nawet w porze maksymalnego napełnienia zbiorników wód podziemnych (wiosna). Dokładniejsza analiza szeregów nakazuje jednak uznać je za błędne i nie kwalifikować tych źródeł do wypływów okresowych. W tych przypadkach sprawdza się metoda analogii – jeżeli sąsiednie wypływy nie wykazują w tym czasie znacznego spadku wydajności, to takie rekordy należy wyeliminować z szeregów.

Pomiary wydajności źródeł znajdujących się w obu bazach prowadzono wg odmiennych harmonogramów.

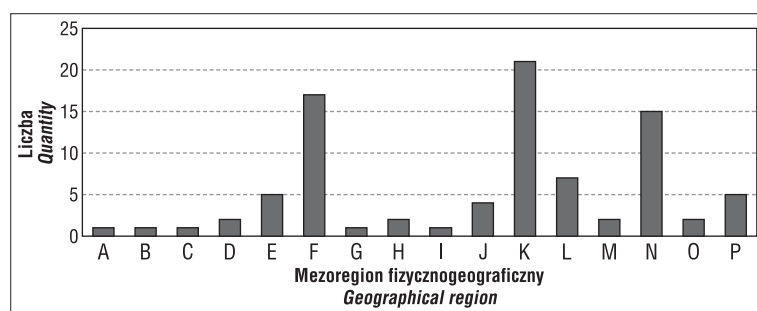
³ Według informacji uzyskanej z PIG-PIB (styczeń 2018 r.), od Kierownika Programu Gromadzenia i Przetwarzania Danych o Obiektach Hydrogeologicznych, w początkowych okresach obserwacji źródeł ich wydajność nie była weryfikowana.

Wydajność 78 obiektów zawartych w MSI rejestrowano regularnie, najczęściej raz w tygodniu – w poniedziałki (82,6% przypadków). Sporadycznie i dopiero od połowy 1992 r. pomiary wykonywano także w inne dni tygodnia (2,5–3,4% danych). Natomiast wydajność 9 obiektów z zasobów CBDH mierzono w najczęściej w czwartki (23%), poniedziałki i środy (po 18,9%), wtorki (17,7%) i piątki (12,9%), najrzadziej zaś w weekendy (sobota – 2,9%, niedziela 5,7%). Jednak w przypadku tej bazy danych regularność jest zaburzona przez ograniczenie pomiarów w niektórych okresach do jednego w miesiącu. Rodzi to wątpliwość co do faktycznej długości luk obserwacyjnych.

PRZESTRZENNE ROZMIESZCZENIE OBIEKTÓW I ICH CECHY

Mimo że w południowej części Polski wskaźnik krenologiczny jest znacznie wyższy niż w pozostałej części kraju, rozmieszczenie obserwowanych źródeł trudno uznać za w pełni reprezentatywne. Ich zagęszczenie na obszarze Sudetów i Karpat odpowiada dużej liczebności wypływów w górach, wynikającej ze specyfiki hydrogeologicznej tych regionów (ryc. 3). Natomiast zbyt skromnie przedstawia się możliwość zbadania wydajności źródeł wyżyn, ponieważ były tu obserwowane tylko dwa wypływy w Żółtym Potoku (nr 65 i 66), położone w północnej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, z niezbyt długimi (7 letnimi) seriami obserwacji. Wydajność dużych wywiezryszk i licznych źródeł, w które obfitują pozostałe Wyżyny: Śląska, Miechowska, Kielecko-Sandomierska, Lubelska czy Roztocze, nie była monitorowana przez PSH. Podobnie na obszarze Niziny Polskiej, gdzie mierzono wydajność tylko dwóch źródeł: jednego wypływającego na Pobrzeżu Gdańskim, spod krawędzi Pojezierza Kaszubskiego – w Wielkim Kacku (nr 1) i drugiego, wspomnianego już wypływu w Czerńcyczach (nr 25), zaliczanego do Niziny Śląskiej.

Większość wypływów (66%) leży na szeroko pojętym obszarze polskich Karpat – wodonoścem są najczęściej



Ryc. 3. Liczba źródeł w bazach PIG-PIB w jednostkach fizycznogeograficznych (wg Kondrackiego, 2001): A – Pobrzeże, B – Nizina Śląska, C – Przedgórze Sudeckie, D – Pogórze Zachodniosudeckie, E – Sudety Zachodnie, F – Sudety Środkowe, G – Sudety Wschodnie, H – Wyżyna Częstochowska, I – Brama Krakowska, J – Pogórze Zachodniobeskidzkie, K – Beskidy Zachodnie, L – Pogórze Środkowobeskidzkie, M – Beskidy Środkowe, N – Obniżenie Orawsko-Podhalańskie, O – Łańcuch Tatrzański, P – Beskidy Lesiste

Fig. 3. Quantity of springs in the PGI-NRI databases in the classification by geographical region (after Kondracki, 2001): A – Gdańsk Coast, B – Silesian Lowland, C – Sudetic Foreland, D – Western Sudetic Piedmont, E – Western Sudetes, F – Central Sudetes, G – Eastern Sudetes, H – Częstochowa Upland, I – Kraków Gate, J – West-Beskidian Piedmont, K – Western Beskids, L – Central Beskidian Piedmont, M – Central Beskids, N – Podhale-Magura area, O – Tatra Mountains, P – Wooded Beskids

osady fliszowe. Ponadto, 27 źródeł reprezentuje głównie osadowe i metamorficzne utwory Sudetów, 2 źródła krasowe wypływają z jurajskich wapieni Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej, a tylko jedno jest zasilane z młodoglacjalnych osadów Pomorza. Brak informacji o hydrogeologicznych cechach wypływów powoduje, że trudno jest ocenić ich charakter. Można jednak pośrednio wnioskować, że źródła szczelinowe przeważają nad krasowymi i warstwowymi. Najwięcej źródeł wypływa bowiem ze skał fliszu karpackiego, wieku paleogeńskiego (35) i kredowego (15), najmniej zaś reprezentuje osady plejstoceniowe (3). Niemniej wśród wypływów fliszowych wiele może mieć charakter filtracyjny: skalno-rumoszowy bądź skalno-zwietrzelinowy.

Pod względem litologicznym dominują łupki i piaskowce (32 wypływy), które wraz z piaskowcami (16), piaskami i łupkami stanowią 60% struktur wodonośnych. Obecność osadów węglanowych notowano w 19% wypływów, a pozostałą część wodonośców budują skały magmowe (15%) oraz okrucowe (6%). Cechy litologiczne wodonośca są ważnym wskaźnikiem hydrogeologicznego typu wypływu. Na ich podstawie autorzy niniejszego opracowania zaklasyfikowali 76 obiektów jako źródła szczelinowe, 6 zaliczyli do porowych, a 5 do krasowych. Brak jednoznacznej informacji w bazach danych pozostawia jednak pewną dowolność interpretacyjną i stwarza możliwość pomyłki w ocenie właściwości hydrogeologicznych wypływów.

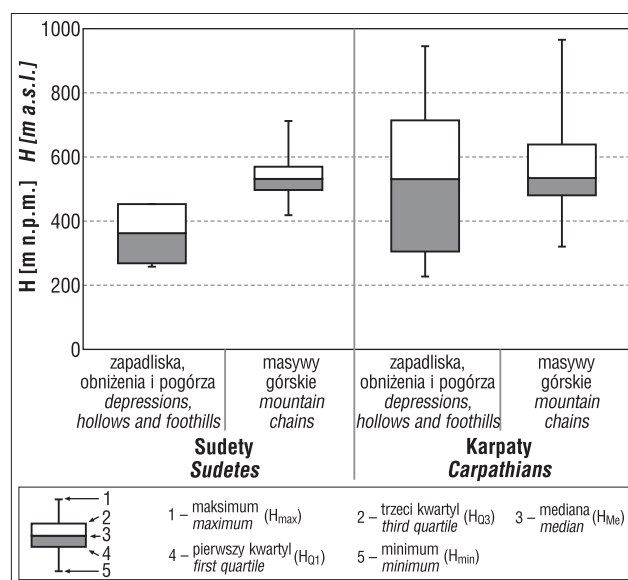
W zestawieniu punktów pomiarowych PSH znajdują się także numery jednolitej części wód podziemnych (JCWPd), na obszarze której funkcjonuje wypływ. Spośród jednostek karpaccyckich najliczniej wypływy występują w JCWPd nr 165, obejmującej rejon Kotliny Orawsko-Nowotarskiej (13 wypływów) oraz 168 – Bieszczady (8), a także 107, obejmującej większą część polskich Sudetów Zachodnich (9). Przeciętnie jeden obserwowany wypływ przypada na 377 km² powierzchni JCWPd. Najmniejsza gęstość punktów pomiarowych występuje na obszarze dużych JCWPd, reprezentowanych zaledwie przez pojedyncze źródła – JCWPd nr 13 na Pobrzeżu Gdańskim oraz 151 i 152 obejmujących Beskid Niski i Pogórze (ponad 2000 km² · źródło⁻¹). Największe zagęszczenie obserwowanych wypływów występuje w niewielkich JCWPd o numerach 122–124, położonych w rejonie Mieroszowskich Ścian (poniżej 16 km² · źródło⁻¹).

W rzeczywistości numer JCWPd nie rekompensuje niedostatku informacji o fizycznogeograficznej przynależności wypływu. Przykładowo – z JCWPd nr 166 nie wynika że źródło w Ochotnicy Górnej (nr 6) leży w Górcach, lecz na rozległym obszarze obejmującym różnorodne jednostki morfologiczne – od Pienin po Kotlinę Sądecką. Utrudnia to porównanie polskich źródeł z wypływami innych krajów Europy. Na przykład austriackie Federalne Ministerstwo ds. Zrównoważonego Rozwoju i Turystyki (*Das Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus*) (<http://ehyd.gv.at>) eksponuje takie informacje w zestawieniach dotyczących wypływów wód podziemnych. Brak przynależności fizycznogeograficznej źródła utrudnia również dobór posterunku opadowego z obszaru jego zasilania, czy studni, której wahania korespondowałyby z jego wydajnością. Ponadto

reprezentowane przez obserwowane wypływy JCWPd zajmują zaledwie 10% ogólnej powierzchni kraju, jak również nie odzwierciedlają w pełni hydrogeologicznego zróżnicowania południowej Polski.

Większa jest natomiast różnorodność badanych źródeł pod względem wysokości wypływu – mediana całej próbki wynosi 530 m n.p.m., a najliczniej są reprezentowane źródła położone w przedziale 500–600 m n.p.m. (26 źródeł). Mimo że w bazie nie podano jego rzędnej, najniższe jest położone źródło w Wielkim Kacku (nr 1) na Pomorzu (ok. 110 m n.p.m.), a wśród wypływów południowej Polski – źródło w Krakowie (nr 23–227 m n.p.m.). Spośród obserwowanych obiektów wysoko, bo ponad 700 m n.p.m., są ułożone wypływy na Podtatrze i w Tatrach, w tym najwyższe leżące dwa źródła w Dolinie Chochołowskiej – 965 m n.p.m. W Karpatach przeciętna wysokość wypływów w górach i na pogórzu jest niemal taka sama, ale źródła obniżeni i kotlin charakteryzują się znacznie większą rozpiętością rzędnych (ryc. 4). W Sudetach różnice między rzędnymi źródeł górskich i Przedgórze są większe – ich mediany różnią się o 170 m.

Poszczególne wypływy dzieli zróżnicowana odległość – w Sudetach od 10 m do 49 km, w Karpatach i Podkarpaciu 400 m–48 km. W 12 miejscowościach monitorowano po 2 wypływy, a w Jaworkach nawet 3 (tab. 1). W części przypadków fakt ten wynikał zapewne z konieczności



Ryc. 4. Rzędne (H [m n.p.m.]) 84 źródeł położonych w południowej Polsce (spośród znajdujących się w bazach PIG-PIB nie uwzględniono 3 źródeł: Wielki Kack oraz Złoty Potok 1 i 2)
Fig. 4. Elevation data (H [m a.s.l.]) of 84 springs in southern Poland (the three springs from the PGI-NRI databases are not included: Wielki Kack and Złoty Potok 1 and 2)

Tab. 1. Zestawienie źródeł objętych monitoringiem wydajności prowadzonym przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną
Table 1. The list of springs which discharges have been measured by the Polish Hydrogeological Survey

Nr na rys. 1 No. in Fig. 1	Miejscowość Locality	ID punktu w bazie PIG Point ID in the PIG database	Nr w bazie MSI No. in MSI d-base	Nr w CBDH No. in CBDH d-base	Rzędna terenu [m n.p.m.] Elevation [m a.s.l.]	Stratygrafia Stratigraphy	Litologia Lithology	JCWPd 172 Groundwater body	Lata obserwacji Observation years		Liczba miesięcy obserwacji Number of observation months	Kompletność serii * [%] Percent of entire period*	Klasa wg Meinzer'a Meinzer's class	Klasa wg Mailleta Maillet's class
									Początek Start	Koniec End				
Baza Monitoringu Stanu Ilościowego (MSI) / Quantitative Monitoring Database														
1	Wielki Kack	1084	II/218/1		b.d.	Q	b.d.	13	1976	1982	78	14,8	IV	b.z.
2	Ochotnica Dolna	1244	II/341/1		557,5	Pg(E+Ol)	ł+pc	166	1977	1985	108	20,5	VI	b.z.
3	Czorsztyn	1245	II/342/1		502,5	Pg(E+Ol)	ł+pc	165	1977	1987	132	25,0	VII	z.
4	Pyzówka	1246	II/343/1		737,5	Pg(E+Ol)	pc	165	1977	1985	62	11,7	VI	z.
5	Falsztyn	1247	II/344/1	10500063	647,5	J2+K1	w	165	1977		471	89,2	VI	z.
6	Ochotnica Górna	1248	II/345/1		715,0	K1	w	166	1977	1987	120	22,7	VI	m.z.
7	Jaworki 1	1249	II/346/1		650,0	J2	w	166	1977	1985	108	20,5	VI	z.
8	Zubrzyca Dolna 1	1250	II/347/1		642,5	Pg(E+Ol)	pc	164	1977	1985	106	20,1	VII	m.z.
9	Dolina Chochołowska 1	1389	II/165/2		965,0	T2	do	172	1978	1988	120	22,7	III	m.z.
10	Bielsko-Biała	339	II/1656/1	10120235	502,0	K2	pc	157	2014		34	6,4	VI	z.
11	Wetlina	413	II/822/1	10680002	694,0	PgOl	pc+ł	168	1990		317	60,0	VI	z.
12	Dwerniczek	414	II/823/1	10660024	565,0	PgOl	pc	168	1990		303	57,4	VI	b.z.
13	Zawadka 1	5012	II/1668/1	10150091	600,0	Pg	pc	161	2011		67	12,7	VI	b.z.
14	Widacz	5026	II/1666/1	10220193	242,0	Pg	pc+ł	152	2011		64	12,1	VII	m.z.
15	Bieńkówka	5211	II/1671/1	10150092	550,0	Pg	pc+ł	159	2011		61	11,6	VI	b.z.
16	Szczytna	540	II/607/1	9000002	478,0	K2	me	125	1987		350	66,3	IV	m.z.
17	Młoty	552	II/619/1	9330004	521,0	K2	me	125	1987	2012	282	53,4	V	z.
18	Kowary 1	558	II/625/1	8320094	542,0	C3	{g}	107	1987		352	66,7	VI	z.

Tab. 1. Zestawienie źródeł objętych monitoringiem wydajności prowadzonym przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną (cd.)
Table 1. The list of springs which discharges have been measured by the Polish Hydrogeological Survey (cont.)

Nr na rys.1 No. in Fig. 1	Miejscowość Locality	ID punktu w bazie PIG Point ID in the PIG database	Nr w bazie MSI No. in MSI d-base	Nr w CBD No. in CBDH d-base	Rzędna terenu [m n.p.m.] Elevation [m a.s.l.]	Stratygrafia Stratigraphy	Litologia Lithology	JCWPd 172 Groundwater body	Lata obserwacji Observation years		Liczba miesięcy obserwacji Number of observation months	Kompletność serii * [%] Percent of entire period*	Klasa wg Meinera Meinzer's class	Klasa wg Mailleta Maillet's class
									Początek Start	Koniec End				
19	Kowary 2	559	II/626/1	8322001	576,0	C3	{g}	107	1987	2006	54	10,2	VI	b.z.
20	Laski	581	II/645/1		458,0	C3	(g)	109	1988	1995	78	14,8	VI	m.z.
21	Kowalowa 1	597	II/656/1	8330086	626,0	P	tt+tf	124	1988		337	63,8	V	b.z.
22	Dobromyśl 1	598	II/657/1	8330087	553,0	K2	pc	107	1988	2016	291	55,1	V	b.z.
23	Kraków	5989	II/1674/1	9730855	226,8	J3	w	148	2012		50	9,5	V	m.z.
24	Rudziczka	602	II/661/1	9050142	258,0	Q	p+ż	109	1988		335	63,4	V	m.z.
25	Czerńczyce	605	II/664/1	8690166	272,0	Q	p+ż	109	1988	2011	277	52,5	VI	st.
26	Rożnów	6229	II/1675/1	10180209	255,0	Pg	pc	150	2013		47	8,9	VI	m.z.
27	Ciężkowice	6230	II/1676/1	10190100	257,0	Pg	pc	150	2013		38	7,2	VII	m.z.
28	Janowice	624	II/683/1	7960103	418,0	C3	{g}	107	1989	2003	171	32,4	V	z.
29	Karpacz	626	II/685/1	8320095	712,0	C3	{g}	107	1989	2011	263	49,8	VII	b.z.
30	Górzyniec	627	II/686/1		468,0	C3	(h)	107	1989	1990	13	2,5	VI	m.z.
31	Czerniawa Zdrój 1	628	II/687/1	7940007	453,0	Pt	ł	93	1989		282	53,4	V	b.z.
32	Paczyn	630	II/689/1		699,0	O+S	(a)	107	1989	1993	43	8,1	VI	z.
33	Jakubowice	654	II/714/1		571,0	C	{g}	137	1990	1995	59	11,2	VI	z.
34	Różanka	658	II/718/1	9330022	522,0	Pt	ł	125	1990		232	43,9	VI	z.
35	Skoczów	686	II/751/1	10110161	325,0	J3	w	162	1989	1990	11	2,1	VI	z.
36	Ustroń	687	II/752/1	10110162	500,0	K2	pc+ł	162	1989		327	61,9	VI	b.z.
37	Czernichów	689	II/754/1	10120158	370,0	K2	pc+zc+ł	158	1990		317	60,0	VI	b.z.
38	Żywiec	691	II/756/1	10130020	508,3	PgPc	pc+ł	158	1988		118	22,3	VI	b.z.
39	Węgierska Górka	692	II/757/1	10290057	442,2	PgPc	pc+ł	158	1990	1995	59	11,2	VI	b.z.
40	Kamesznica	693	II/758/1	10290058	496,5	PgOl	pc+ł	158	1989		314	59,5	V	b.z.
41	Sól	694	II/759/1	10460014	540,5	PgE	pc+ł	158	1989	1992	18	3,4	VI	z.
42	Ponikiew	695	II/760/1	10130023	538,5	K2	pc+zc+ł	159	1989		329	62,3	VI	b.z.
43	Babica	696	II/761/1	9950167	289,4	K	pc+ł	159	1988		328	62,1	VI	m.z.
44	Stróża	698	II/763/1	10150077	320,0	Pg(E+Ol)	pc+ł	161	1988	2006	202	38,3	VII	m.z.
45	Zubrzyca Dolna 2	700	II/766/1	10310031	642,0	PgE	pc+ł	164	1990		93	17,6	VII	m.z.
46	Białka Tatrzańska 1	701	II/768/1	10490118	725,0	PgOl	pc+ł	165	1990		177	33,5	VI	m.z.
47	Czasław	702	II/769/1	9970087	295,0	K2	pc+ł	161	1988	1993	50	9,5	VII	m.z.
48	Młynne	705	II/772/1	10170079	425,0	PgE	pc+ł	150	1990		314	59,5	VI	b.z.
49	Zawadka 2	706	II/773/1	10180160	530,0	PgE	ł+pc	150	1990	2012	263	49,8	VI	b.z.
50	Zbyszyce	707	II/774/1	10180161	380,0	PgOl	pc+ł	150	1990		189	35,8	VI	m.z.
51	Uniemyśl 1	7087	II/1147/1	8660006	531,6	T	pc	122	2014		30	5,7	V	m.z.
52	Rytro	711	II/780/1	10510073	480,0	Pg(E+Ol)	pc+ł	167	1990	2012	258	48,9	VII	b.z.
53	Jaworki 2	712	II/781/1	10510074	640,0	PgPc	ł+pc	166	1990	1992	26	4,9	VI	z.
54	Jaworki 3	713	II/782/1	10510075	630,0	J2+K1	w	166	1990		293	55,5	VII	b.z.
55	Wierchomla Wielka	714	II/783/1	10520194	495,0	PgE	ł+pc	167	1990		313	59,3	VI	z.
56	Jodłówka Tuchowska	717	II/786/1	10200122	280,0	Pg(Pc+E)	pc	150	1990	2012	250	47,3	VII	z.
57	Kąty	730	II/803/1	10390066	350,0	PgOl	pc+ł	151	1990		275	52,1	VII	m.z.
58	Sanok 1	735	II/813/1	10410064	315,0	K2	pc+ł	168	1989	1995	49	9,3	VII	b.z.
59	Sanok 2	736	II/814/1	10410140	340,0	PgOl	ł+pc	168	1989		315	59,7	VI	z.

Tab. 1. Zestawienie źródeł objętych monitoringiem wydajności prowadzonym przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną (cd.)
Table 1. The list of springs which discharges have been measured by the Polish Hydrogeological Survey (cont.)

Nr na rys.1 No. in Fig. 1	Miejscowość Locality	ID punktu w bazie PIG Point ID in the PIG database	Nr w bazie MSI No. in MSI d-base	Nr w CBD No. in CBDH d-base	Rzędna terenu [m n.p.m.] Elevation [m a.s.l.]	Stratygrafia Stratigraphy	Litologia Lithology	JCWPd 172 Groundwater body	Lata obserwacji Observation years		Liczba miesięcy obserwacji Number of observation months	Kompletność serii * [%] Percent of entire period*	Klasa wg Meinera Meinzer's class	Klasa wg Mailleta Maillet's class
									Początek Start	Początek Start				
60	Bezmiechowa Górna	738	II/816/1	10420034	395,0	K2+PgOl	ł+me	168	1989		320	60,6	VI	z.
61	Zabrodzie	739	II/817/1	10580051	408,0	PgOl+NgM	pc+ł	168	1989	1995	58	11,0	VI	m.z.
62	Radoszyce	741	II/819/1	10640007	515,0	PgOl	pc+ł	168	1990		318	60,2	VI	b.z.
63	Bystre	742	II/820/1	10650019	480,0	PgOl	pc+ł	168	1990		193	36,6	VI	m.z.
64	Czerniawa Zdrój 2	7653	II/687/2		453,0	Pt	ł	93	2015		14	2,7	V	m.z.
65	Złoty Potok 1	832	II/922/1		350,0	J3	w	99	1996	2013	57	10,8	IV	m.z.
66	Złoty Potok 2	833	II/923/1		349,0	J3	w	99	1992	1999	84	15,9	V	b.z.
67	Maruszyna	957	II/140/1		712,5	J+K	pc	165	1975	1989	134	25,4	VII	z.
68	Zakopane 1	959	II/141/2	10600034	907,5	PgE	w	172	1986		372	70,5	IV	b.z.
69	Szaflary	965	II/147/1	10490206	656,0	J	w	165	1974	1990	192	36,4	VI	z.
70	Zakopane 2	967	II/149/1	10610032	910,0	Pg(E+Ol)	w	172	1975	1985	126	23,9	IV	m.z.
71	Białka Tatrzańska 2	972	II/154/1		715,0	Q	ż	165	1973	1987	171	32,4	VI	m.z.
72	Dębno	974	II/156/1	10490119	530,7	Q	p+ż+ko	165	1975		477	90,3	IV	z.
73	Dzianisz	979	II/161/1	10600037	945,0	Pg(E+Ol)	pc+ł	165	1973	1995	266	50,4	V	z.
74	Ciche	980	II/162/1		767,5	Pg(E+Ol)	p+ż	165	1973	1986	157	29,7	VI	m.z.
75	Witów	981	II/163/1		836,5	Pg(E+Ol)	pc+ł	165	1973	1985	150	28,4	VI	z.
76	Niedzica	982	II/164/1		535,0	K+Q	p+ł	165	1973	1985	156	29,5	VI	z.
77	Dolina Chochołowska 2	983	II/165/1		965,0	T2	do	172	1973	1988	53	10,0	IV	b.z.
78	Łapsze Niżne	984	II/166/1		610,0	Pg(E+Ol)	pc+ł	165	1973	1988	183	34,7	VI	z.
Centralna Baza Danych Hydrogeologicznych (CBDH) / Central Hydrogeological Data Bank														
79	Kowalowa 2	4101		202008	530,5	P	tf	124	2008		115	39,4	V	z.
80	Dobromyśl 2	4721		201007	534,5	K	pc	107	2008	2016	90	30,8	V	b.z.
81	Darnków	4105		203017	560,4	K	pc	137	2008		136	46,6	VI	b.z.
82	Łączna	4110		201004	613,8	K	pc	123	2008	2016	83	28,4	V	b.z.
83	Czermna	4104		203015	457,8	K	pc	137	2008		143	49,0	VI	b.z.
84	Uniemyśl 2	4722		201008	531,6	T	pc	122	2008	2015	92	31,5	V	m.z.
85	Mieroszów	4102		202009	507,8	P	tf	124	2008	2012	45	15,4	V	z.
86	Unisław Śląski	4103		202007	567,8	P	tf	124	2008		121	41,4	V	z.
87	Krzeszów	4723		201009	486,0	P	{t}	107	2008		93	31,8	IV	m.z.

Źródło: dane udostępnione przez PIG-PIB oraz obliczenia własne na podstawie danych pochodzących z monitoringu prowadzonego przez PSH.

* Wynik odnosi się do liczby danych miesięcznych w stosunku do całego okresu 1973–2016 (co najmniej jeden pomiar w miesiącu).

JCWPd 172 – nr jednolitej części wód podziemnych.

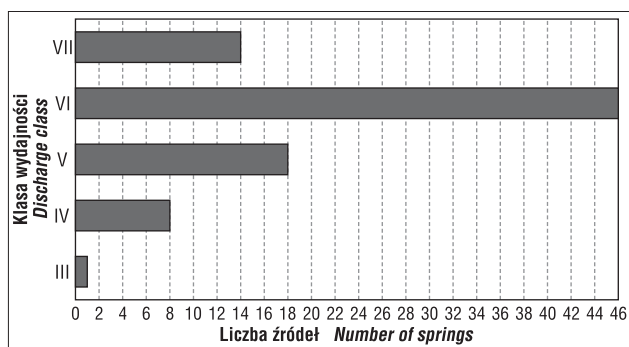
Objaśnienia: b.d. – brak danych; {g} – granity; {t} – trachity; (a) – amfibolity; (g) – gnejsy; (h) – hornfelsy; p – piaski; ż – żwiry; ł – łupki; ko – otoczaki; pc – piaskowce; w – wapień; do – dolomity; me – margle; tf – tufy; tt – tufity; Pt – proterozoik; O+S – ordowik, sylur; C2 – karbon górny; P – perm; T – trias; T2 – trias środkowy; J – jura; J3 – jura górna; K – kreda; K1 – kreda dolna; K2 – kreda górna; PgPc – paleogen, paleocen; PgE – paleogen, eocen; PgOl – paleogen, oligocen; Pg(E+Ol) – paleogen (eocen + oligocen); NgM – neogen, miocen; Q – czwartorzęd; st. – stałe; m.z. – mało zmienne; z. – zmienne; b.z. – bardzo zmienne.

Source: data provided by PIG-PIB and own labour under the base of PSH monitoring data.

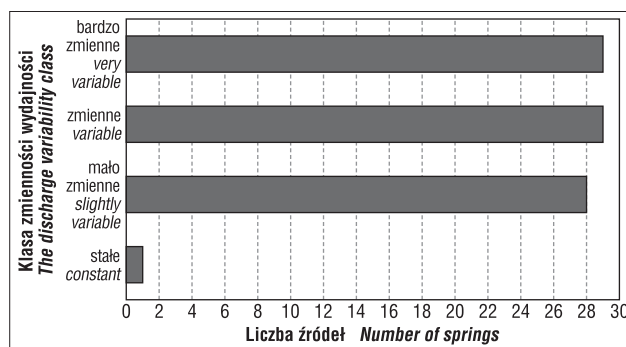
* The result refers to the number of monthly data within the entire period 1973–2016 (at least one measurement per month).

JCWPd 172 – the number of groundwater body.

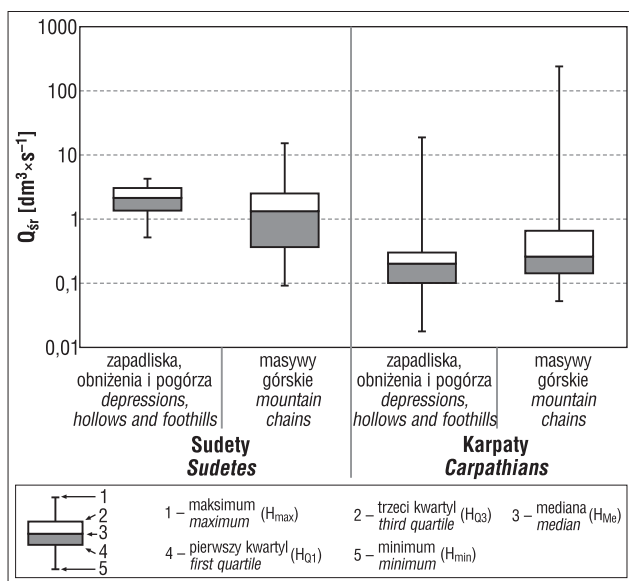
Abbreviations: b.d. – no data; {g} – Granite; {t} – Trachyte; (a) – Amphibolites; (g) – Gneisses; (h) – Hornfelses; p – Sands; ż – Gravels; ł – Shales; ko – Pebbles; pc – Sandstones; w – Limestones; do – Dolomite; me – Marls; tf – Tuffs; tt – Tuffites; Pt – Proterozoic; O+S – Ordovician, Silurian; C2 – Pennsylvanian; P – Permian; T – Triassic; T2 – Middle Triassic; J – Jurassic; J3 – Late Jurassic; K – Cretaceous; K1 – Early Cretaceous; K2 – Late Cretaceous; PgPc – Paleogene, Paleocene; PgE – Paleogene, Eocene; PgOl – Paleogene, Oligocene; Pg(E+Ol) – Paleogene (Eocene + Oligocene); NgM – Neogene, Miocene; Q – Quaternary; st. – constant; m.z. – slightly variable; z. – variable; b.z. – very variable.



Ryc. 5. Liczba obserwowanych źródeł w bazach PIG-PIB w klasach wydajności (wg klasyfikacji Meinzera)
Fig. 5. The quantity of springs in the PGI-NRI databases in the classification by mean discharge (according to the Meinzer's classification)



Ryc. 7. Liczba źródeł zestawionych w bazach PIG-PIB w klasach zmienności ich wydajności (wg Maillete'a): $C_R = Q_{max} \cdot Q_{min}^{-1}$
Fig. 7. The quantity of springs in the PGI-NRI databases in the classification by the discharge variability of (according to the Maillete's classification).



Ryc. 6. Średnie wydajności (Q_{sr} , $dm^3 \cdot s^{-1}$) 84 źródeł położonych w południowej Polsce (spośród znajdujących się w bazach PIG-PIB nie uwzględniono 3 źródła: Wielki Kack oraz Złoty Potok 1 i 2).
Fig. 6. The mean discharges (Q_{sr} , $dm^3 \cdot s^{-1}$) of 84 springs from southern Poland (three springs from the PGI-NRI databases are not included: Wielki Kack and Złoty Potok 1 and 2)

przeniesienia posterunku lub wznowienia obserwacji w innym obiekcie, choć w ośmiu miejscowościach pomiary prowadzono równolegle w obu źródłach. W celach porządkowych, kolejnym wypływom obserwowanym w tej samej miejscowości autorzy nadali wyróżniki liczbowe.

Ponad połowę badanych źródeł stanowią obiekty małe, o wydajności z przedziału $0,1-1,0 dm^3 \cdot s^{-1}$ (VI klasa wydajności Meinzera), a przeciętna wydajność wypływu wynosi zaledwie $0,33 dm^3 \cdot s^{-1}$ (ryc. 5). Jedyнным wypływem, którego średnia wydajność mieści się w III klasie jest Wywierzisko Chochołowskie (nr 9) – $241 dm^3 \cdot s^{-1}$ (tab. 1). Najmniejszym obiektem okazało się źródło w Ciężkowicach (nr 27) na Pogórzu Ciężkowickim (nr 27), obserwowane od 2013 r. Jego przeciętna wydajność wynosi niespełna $0,02 dm^3 \cdot s^{-1}$ (VII klasa), a maksymalna jest zaledwie dwukrotnie wyższa. Natomiast Wywierzisko Chochołowskie, jak i większość dużych źródeł obserwowano tylko do końca 1988 r. – w późniejszych latach sumaryczna wydajność mierzonych wypływów, mimo wzrostu ich liczby malała z $12 m^3 \cdot s^{-1}$ (a w latach 80. nawet $17 m^3 \cdot s^{-1}$), do zaledwie $2 m^3 \cdot s^{-1}$.

W najliczniejszej, VI klasie wydajności źródeł przeważają wypływy karpaccyckich obniżen i kotlin podgórskich. Małe wypływy tej strefy mogą być zasilane jedynie przez lokalne zbiorniki o niewielkim zasięgu przestrzennym. Natomiast w wyższych partiach masywów górskich wypływy są związane ze strefami najsilniej zerodowanych skał, często nawiązując również do przebiegu lineamentów. Zlewnie podziemne wypływów położonych na zboczach gór są większe i sięgają stref objętych wyższymi opadami atmosferycznymi niż w przypadku wypływów zlokalizowanych w obniżeniach. Źródła skalne położone w najwyższych partiach masywu Babiej Góry przewyższają średnią wydajnością wydatki niżej leżących źródeł skalno-rumoszowych czy skalno-zwierzelinowych (Łajczak, 2017). Wydajność wypływów „górskich” jest zatem w Karpatach nieznacznie większa, odwrotnie niż w przypadku źródeł sudeckich. Są one zazwyczaj bardziej wydajne niż karpaccyckie, a wypływy Przedgórze i kotlin mają przeciętnie większą wydajność niż źródła masywów górskich (ryc. 6).

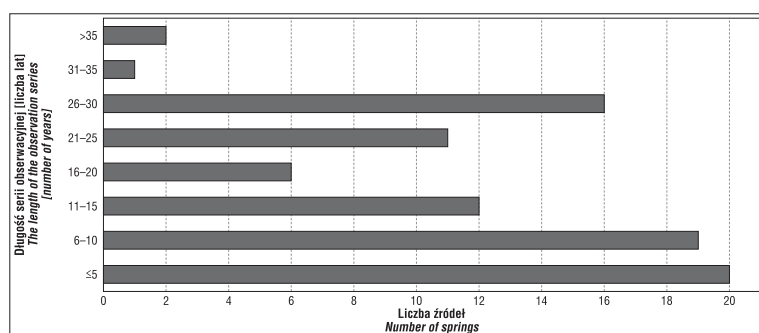
Pomijając luki w obserwacjach, 3 źródła zidentyfikowano jako okresowe. Wielkość przeciętnego wydatku nie ma jednak wpływu na stałość funkcjonowania wypływów. Należą do nich zarówno dwa źródła zaliczane do VII klasy wydajności: w Ryttrze (nr 52) i w Sanoku 1 (nr 58), jak i źródło w Zakopanem 1 (nr 68), zaliczane do IV klasy. Wśród 84 wypływów funkcjonujących przez cały rok tylko źródło w Czerliczycach (nr 25) może być zakwalifikowane jako stałe (por. ryc. 2), zaś liczba wypływów mało zmiennych, zmiennych i bardzo zmiennych jest niemal identyczna (ryc. 7).

STRUKTURA CZASOWA SZEREGÓW WYDAJNOŚCI

Serie pomiarowe zawarte w bazach MSI i CBDH pochodzą z lat 1973–2016, przy czym 41 posterunków jest wciąż aktywna (ryc. 8). Niektóre z udostępnionych serii rozpoczęto w połowie lat 70. XX w. Najwcześniej monitoringiem objęto kilkadziesiąt źródeł w rejonie Kotliny Orawsko-Nowotarskiej i w sąsiadujących z nią masywach górskich, co wynikało najprawdopodobniej z przygotowań do realizacji planów budowy Zbiornika Czorsztyńskiego. Przedłużające się przygotowywanie inwestycji spowodowało, że większość z otwartych w latach 1973–1978 posterunków zamknięto do końca lat 80. i serie te (poza Falsztynem, Dębem i Zakopanem 1) nie są synchroniczne z seriami wydajności pozostałych obiektów z bazy. Naj-



Ryc. 8. Kompletność serii pomiarowych wydajności wypływów w bazach PIG-PIB (numery zgodne z rys. 1 i tab. 1)
 Fig. 8. The completeness of discharge data series in the PGI-NRI databases (numbers as in Fig.1 and Table 1)



Ryc. 9. Długość serii pomiarów wydajności źródeł Polski w bazach PIG-PIB
 Fig. 9. The length of spring discharge series in the PGI-NRI databases for southern Poland

starszym z nich, wciąż funkcjonującym posterunkiem, jest źródło w Zakopanem 1 (nr 68). Założono go jeszcze w 1929 r., jednak w bazie MSI wyniki pomiarów są dostępne tylko od 1986 r.

Liczba równocześnie obserwowanych źródeł na przestrzeni lat ulegała znacznym wahaniom. W latach 70. ub.w. nie przekraczała 20 obiektów, podczas lat 80. wzrosła do

blisko 50, a następnie zmalała do ok. 30 wypływów, a w ostatniej dekadzie ukształtowała się na poziomie ok. 40 źródeł. Zmiany liczebności posterunków miały często charakter skokowy, wynikający z jednoczesnego zakładania, bądź likwidacji kilku posterunków. Dane zawarte w bazach nie obejmują przy tym pełnego okresu obserwacji, bowiem informacje o wydajności wypływów znajdujących się w bazie CBDH są dostępne od 2008 r. Tymczasem fragmentaryczne zazwyczaj serie pomiarowe pojawiają się już w pierwszej połowie lat 90., a przynajmniej kilka posterunków działało już w latach 80. Także i tutaj (Sudety) monitoring hydrogeologiczny został podyktowany planami budowy małych zbiorników przeciwpowodziowych.

Niestety, także pod względem spójności danych i synchroniczności serii pomiarowych wydajności źródeł oba analizowane zbiory pomiarowe wydają się być niepełne. Z porównania dat rozpoczęcia i zakończenia pomiarów wynika, że długość serii wynosi od kilku miesięcy do blisko 40 lat, przy czym pomiary w 43% z nich prowadzono krócej niż przez dekadę

(ryc. 9). Liczne są przy tym lata z niepełnym zasobem danych, szczególnie w początkowej lub końcowej części serii. Ich kompletność nie przekracza często nawet 50% w skali roku, rzadko jednak zdarzają się jedno- lub trzyletnie luki w obserwacjach (Kąty – nr 57). Cenny materiał stanowi natomiast 19 serii pomiarów prowadzonych przez ponad ćwierć wieku. Przez 31 lat obserwowano wydajność źródła w Zakopanem 1 (nr 68), a blisko 40-letnimi, niemal kompletnymi seriami (obejmującymi 90% wielolecia) dysponujemy w przypadku źródeł w Falsztynie (nr 5) i w Dębnie (nr 72).

PODSUMOWANIE

Zaprezentowane bazy danych PIG-PIB, zawierające szeregi wydajności wybranych wypływów Polski, są cennym źródłem informacji krenologicznej i wartościowym materiałem do dalszych badań. Mimo ich niedoskonałości, utrudniającej obliczanie charakterystyk wymagających synchroniczności danych (analizy korelacyjne, trendy), możliwe jest zastosowanie pozostałych charakterystyk ilościowych źródeł w badaniu m.in. sezonowej i wieloletniej zmienności wydajności. Należy jednak pamiętać, że niektóre miary zmienności są zależne od długości analizowanych szeregów. Przykładowo, wartości współczynnika zmienności wydajności źródeł wg Meinzera ($r = 0,40$), a także współczynniki asymetrii ($r = 0,29$) i kurtozy wydajności ($r = 0,34$) są dodatnio skorelowane z liczbą miesięcy prowadzonych pomiarów. Wydłużenie okresu obserwacji zwiększa bowiem szansę zarejestrowania ekstremów. Z kolei przyjęcie krótszego, lecz jednolitego okresu odniesienia dla wszystkich, czy nawet dla większości wypływów, uniemożliwiają różne zazwyczaj okresy funkcjonowania posterożków pomiarowych.

Różnorodność doboru obiektów umożliwia także ocenę wpływu czynników środowiska geograficznego na charakterystyki wydajności wypływów. Analizowane bazy MSI oraz CBDH dostarczają nie tylko materiału pomiarowego, ale również wystarczającego zasobu informacji o samych wypływach i ich otoczeniu. Uważna weryfikacja danych pomiarowych oraz niewielkie uzupełnienie opisu źródeł pozwalają na interpretację charakterystyk wydajności wypływów i sformułowanie wniosków dotyczących jej dynamiki. Próba oceny zmienności wydajności źródeł południowej Polski zostanie podjęta przez autorów w odrębnym opracowaniu.

Autorzy dziękują Recenzentowi i Redakcji Przeglądu Geologicznego za cenne uwagi i wskazówki, które przyczyniły się do ostatecznego kształtu pracy. Zaprezentowany artykuł powstał w ramach badań własnych autorów.

LITERATURA

- BARCZYK G. 2008 – Wywierzyska tatrzańskie. Krasowe systemy wywierzyskowe Tatr Polskich, TPN, Zakopane: 1–178.
- BUCZYŃSKI S., STAŚKO S., MODELSKA M., OLICHWER T., TARKA R. 2011 – Charakterystyka krenologiczna masywów górskich Ziemi Kłodzkiej na podstawie bazy danych „Źródło”. Biuletyn Państ. Inst. Geol., Hydrogeologia, 445 (12/1): 17–26.
- BUCZYŃSKI S., STAŚKO S., RZONCA B. 2003 – O potrzebie stworzenia bazy danych źródeł. [W:] Współczesne problemy hydrogeologii, t. 11, cz. 1. Wyd. Bud. Wod. i Inż. Środ. PGdań., Gdańsk: 253–258.
- CHELMICKI P. 2006 – Przestrzenna baza danych pomiarowych na przykładzie bazy danych źródeł dorzecza Dłubni. Prz. Geol., 54 (8): 689–692.
- CHELMICKI W. (red.) 2001 – Źródła Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej. Zmiany w latach 1973–2000. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, UJ, Kraków: 1–127.
- CHELMICKI W., JOKIEL P., MICHALCZYK Z., MONIEWSKI P. 2010 – Rozmieszczenie i wydajność źródeł w Polsce. [W:] Magnuszewski A. (red.), Hydrologia w ochronie i kształtowaniu krajobrazu, t. 2, Monografie PAN, 69: 229–241.
- CZARNECKA H. 1965 – Obserwacje i pomiary źródeł. Prace i Studia Kom. Inż. i Gosp. Wodnej, 7: 215–221.
<http://ehyd.gv.at>
<http://spdpsh.pgi.gov.pl>
<http://www.pgi.gov.pl/psh/dane-hydrogeologiczne-psh/947-bazy-danych-hydrogeologiczne/8887-bazy-danych-monitoring-wod-podziemnych.html> (dostęp: 25.08.2017).
<http://www.pgi.gov.pl/psh/dane-hydrogeologiczne-psh/947-bazy-danych-hydrogeologiczne/9057-bankhydro.html> (dostęp: 25.08.2017).
- KAZIMIERSKI B. 2015 – Program monitoringu wód podziemnych w dorzeczu na lata 2016–2021. Warsztaty, sesja VI, Łochów, 25–27 marca 2015, materiały.
- ŁAJCZAK A. 2017 – Typy źródeł i ich rozmieszczenie na Babiej Górze. Prz. Geograf., 89 (1): 111–132.
- MAŁECKA D. 1997 – Źródła masywu tatrzańskiego. Acta Univ. Lodz., Folia Geogr. Phys., 2: 9–26.
- MICHALCZYK Z., CHMIEL S., GŁOWACKI S., ZIELIŃSKA B. 2015 – Monitoringowe badania źródeł Wyżyny Lubelskiej i Roztocza. Prz. Geol., 63 (10/2): 935–939.
- MICHALCZYK Z., TURCZYŃSKI M. 1999 – Charakterystyka hydrologiczna źródeł w Wąwolnicy na Wyżynie Lubelskiej. Annales UMCS, sec. B, 54: 217–234.
- MONIEWSKI P. 2004 – Źródła okolic Łodzi. Acta Geogr. Łódź, 87, ŁTN, Łódź: 1–140.
- MONIEWSKI P., SIWEK J. 2017 – Źródła i inne wypływy wód podziemnych. [W:] Jokiel P., Marszelewski W., Pociask-Karteczka J. (red.), Hydrologia Polski, PWN, Warszawa: 89–96.
- SATORA S., BUGAJSKI P., SATORA P. 2010 – Zmienność reżimu wybranych źródeł występujących w obrębie Beskidu Sądeckiego i Gorców. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, PAN, Kraków: 14: 195–206.
- SIWEK J. 2007 – Baza danych o źródłach na Wyżynie Śląskiej i Małopolskiej – uwagi metodyczne. [W:] Jokiel P., Moniewski P., Ziulkiewicz M. (red.), Źródła Polski. Wybrane problemy krenologiczne. Wyd. Nauk Geogr. UŁ, Wyd. Regina Poloniae, Częstochowa: 67–84.
- STAŚKO S. 2007 – Źródła w hydrogeologii; ich znaczenie, metodyka badań i wykorzystanie wyników. [W:] Jokiel P., Moniewski P., Ziulkiewicz M. (red.), Źródła Polski. Wybrane problemy krenologiczne. Wyd. Nauk Geogr. UŁ, Wyd. Regina Poloniae, Częstochowa: 48–54.
- SZCZUCIŃSKA A.M. 2009 – Wypływy wód podziemnych w Rynnie Gryżyńsko-Grabińskiej. Wyd. Bogucki, Poznań: 1–117.

Praca wpłynęła do redakcji 12.10.2017 r.
Akceptowano do druku 19.02.2018 r.