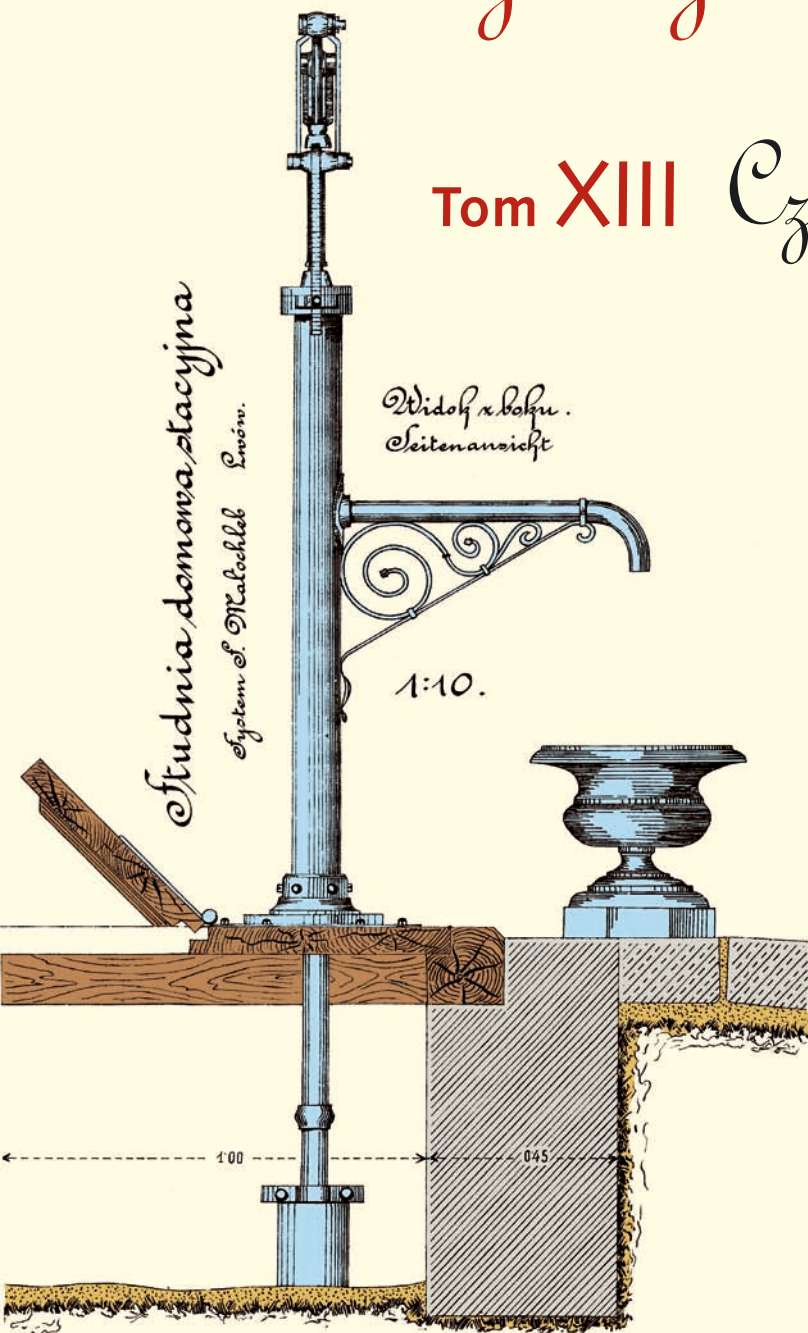


Współczesne problemy hydrogeologii

Tom XIII Część 2.



Copyright © Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, Kraków 2007



Wydanie publikacji zostało sfinansowane przez
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Recenzenci:

Jadwiga Szczepańska
Wojciech Ciężkowski
Józef Górski
Andrzej Kowalczyk
Ewa Krogulec
Grzegorz Malina
Jerzy Małecki
Marek Marciniak
Jacek Motyka
Marek Nawalany
Jan Przybyłek
Andrzej Rózkowski
Andrzej Sadurski
Andrzej Szczepański
Stanisław Staško
Stanisław Witczak
Andrzej Zuber

Redakcja: Andrzej Szczepański, Ewa Kmiecik, Anna Żurek

Teksty artykułów w częściach 2. i 3. zostały wydrukowane z wersji elektronicznej dostarczonej przez Autorów, metodą bezpośredniej reprodukcji (*camera ready*)

Projekt okładki i stron tytułowych: Andrzej Tomaszewski

Na okładce: fragment projektu studni miejskiej we Lwowie z 1906 roku
— ze zbiorów prof. **Antoniego S. Kleczkowskiego** (1922–2006)

Korekta: Zespół

Skład komputerowy systemem $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$: pre $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ t, www.pretext.com.pl

Druk: ROMA-POL, www.romapol.pl

ISBN-13 978-83-88927-16-4

Józef Chowaniec, Piotr Freiwald,
Robert Patorski, Krzysztof Witek

**Możliwości uzyskania zwykłych wód
podziemnych w zachodniej części Polskich
Karpat Fliszowych**

**Possibility of Groundwater Exploitation in the
Western part of the Polish Flysch Carpathians**

Słowa kluczowe

Karpaty Zachodnie, zwykłe wody podziemne, zasoby wód podziemnych, jakość wód podziemnych

Key words

Western Carpathians, underground fresh water, groundwater resources, groundwater quality

Abstract

The paper presents possibilities of exploitation of groundwater in the western part of the Polish Flysch Carpathians. Cretaceous-Paleogene aquifers have been characterised. The Quaternary aquifer, occurring in the valleys of the Upper Vistula, Biała, Soła and Skawa rivers, is the most advantageous when considering water storage capacity. On the other hand, the best quality groundwater occurs in the flysch aquifers which comprise sandstone-shale series of the Godula, Magura, Istebna and Krosno Beds.

Wstęp

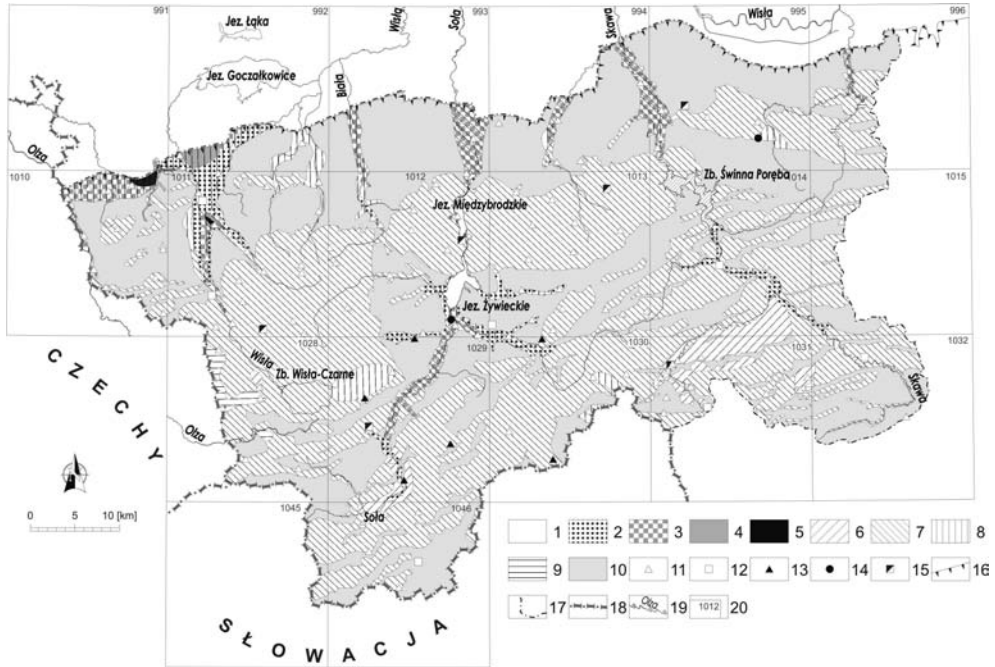
Zwykle wody podziemne na obszarze zachodniej części Karpat występują w obrębie dwóch typów utworów wodonośnych. Pierwszy związany jest z osadami wypełniającymi doliny rzek i kotlin śródgórskich, natomiast drugi stanowią utwory piaskowcowo-lupkowe fliszu karpackiego. Postępująca degradacja środowiska naturalnego, w tym wód powierzchniowych, powoduje zwiększenie zainteresowania problematyką dotyczącą możliwości uzyskania zwykłych wód podziemnych, które charakteryzują się dobrą jakością. Narastający popyt na wody podziemne związany jest z rozwojem przemysłu turystycznego i balneologicznego oraz z bezpieczną eksploatacją i dystrybucją wód przeznaczonych do celów komunalnych. W artykule wykorzystano rezultaty badań prowadzonych w ramach działalności Państwowej Służby Hydrogeologicznej oraz uzyskanych podczas realizacji Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000.

Ogólna charakterystyka obszaru badań

Obszar badań rozciąga się od granicy państwa na południu po linię nasunięcia Karpat na północy i od południka Cieszyna na zachodzie po południk przełęczy Sieniawskiej na wschodzie (rys. 1).

Dla możliwości uzyskania zwykłych wód podziemnych zasadnicze znaczenie mają tu fliszowe utwory kredowo-paleogeńskie oraz aluwialne osady czwartorzędowe. Poniżej strefy aktywnej wymiany w utworach fliszowych, której głębokość szacuje się na 80–100 m p.p.t. oraz w ich podłożu, występują wody mineralne (Chowaniec, 1998-1999).

W zachodniej części Karpat utwory fliszowe reprezentowane są przez jednostkę skolską, podśląską, śląską, dukielską, grybowską i magurską oraz skałki andrychowskie. Jednostki te zbudowane są głównie z utworów piaskowcowo-lupkowych wieku od górnej jury po neogen (Książkiewicz, 1972; Paul i in., 1996). Na utworach fliszowych zalegają osady czwartorzędowe. W zachodniej części Karpat fliszowych są to głównie osady aluwialne (głównie holocenijskie piaski i żwiry) wypełniające doliny rzeczne. Również w kotlinach śródgórskich (Kotlina Żywiecka, okolice Suche i Jordanowa) oraz w miejscach, gdzie rzeki opuszczają Karpaty, występują znacznej miąższości osady czwartorzędowe. Lokalnie utwory aluwialne są przykryte warstwą glin i mału o niewielkiej miąższości. Poza dolinami rzecznyymi, na obszarze zachodniej części Karpat fliszowych występują czwartorzędowe pokrywy zwietrzelinowe oraz koluwia osuwiskowe, nie mające znaczenia jako główne poziomy wodonośne.



Rysunek 2. Mapa wydajności oraz jakości wód podziemnych na obszarze zachodniej części polskich Karpat fliszowych.

Objaśnienia: wydajność potencjalna studni wierconych [m^3/h]: 1 – 2-5, 2 – 5-10, 3 – 10-30, 4 – 30-50, 5 – 50-70, klasa jakości wód podziemnych (wg klasyfikacji MhP 1 : 50 000): 6 – I – jakość bardzo dobra, 7 – IIa – jakość dobra, 8 – IIb – jakość średnia, 9 – III – jakość zła, 10 - brak użytecznego poziomu wodonośnego, punkty opróbowania wód podziemnych: 11 - punkt opróbowania wód podziemnych dla potrzeb MhP 1 : 50 000, 12 - punkt należący do Monitoringu Jakości Wód Podziemnych (MJWP), 13 - punkt należący do sieci Regionalnego Monitoringu Jakości Wód Podziemnych (RMJWP), 14 - punkt należący do Sieci Badawczo-Obszerwacyjnych Wód Podziemnych (SBOWP), 15 - punkt należący do sieci obserwacji wód podziemnych MJWP i SBOWP, 16 - granica nasunięcia karpackiego, 17 - granica opracowania, 18 - granica państwa, 19 - rzeki, 20 - granice arkuszy 1 : 50 000

Figure 2. Spring discharge and groundwater quality in the Western part of the Polish Flysch Carpathians.

Explanations: potential discharge of drilled wells [m^3/h]: 1 – 2-5, 2 – 5-10, 3 – 10-30, 4 – 30-50, 5 – 50-70, grade of groundwater quality (acc. to the MhP 1:50 000 classification): 6 – I – very high quality, 7 – IIa – high quality, 8 – IIb – medium quality, 9 – III – low quality, 10 – no useful aquifer, groundwater observation points: 11 – for the MhP 1: 50 000, 12 – Groundwater Quality Monitoring Point (MJWP/GWQM), 13 – Regional Groundwater Quality Monitoring Point (RMJWP/RGWQM), 14 – Groundwater-monitoring network (SBOWP/GWMN), 15 – point belonging to the groundwater monitoring network (GWQM and GWMN), 16 – the Carpathian overthrust, 17 – frame of the present studies, 18 – international boundary, 19 – rivers, 20 – the Detailed Hydrogeological Map of Poland 1:50 000 sheet boundaries

Warunki hydrogeologiczne

Pod względem hydrogeologicznym obszar zachodniej części Karpat należy do makroregionu południowego, regionu karpackiego XIV (Paczyński, 1993, 1995). Na badanym obszarze wyróżnia się dwa podstawowe piętra wodonośne wód zwykłych:

- czwartorzędowe – związane z żwirowo-piaszczystymi osadami akumulacji rzecznej,
- fliszowe (kredowo-paleogeńskie) – związane ze strefą przypowierzchniową zbudowaną z piaskowców i łupków występujących w różnych proporcjach (Mapa hydrogeologiczna Polski, 1997-2000).

Ogólna charakterystyka zbiorników wód podziemnych

W zachodniej części polskich Karpat fliszowych, w obrębie utworów czwartorzędowych wydzielono następujące zbiorniki wód podziemnych: górnej Wisły, Białej, Soły, Skawy (Chowaniec i in., 2006). Ich zasięg w przybliżeniu odpowiada czterem głównym zbiornikom wód podziemnych wymagającym szczególnej ochrony (GZWP) (Kleczkowski, 1990). Od zachodu są to: Dolina rzeki górna Wisła - nr 347, Dolina rzeki Biała - nr 448, Dolina rzeki Soła - nr 446, Dolina rzeki Skawa - nr 444 (rys. 1). Granice zbiorników nie zawsze są tożsame z granicami GZWP. Związane to jest z zastosowaniem innych niż dla GZWP kryteriów wyznaczenia zasięgu zbiorników wód podziemnych (miąższość warstwy wodonośnej, wydajność pojedynczego ujęcia, współczynnik filtracji, itp.).

Zbiorniki w obrębie aluwialnych utworów dolin rzecznych i kotlin śródgórskich charakteryzuje miąższość utworów czwartorzędowych od kilku do kilkunastu m, sporadycznie mogących osiągać 30 m, natomiast miąższość warstwy wodonośnej jest zróżnicowana i uzależniona od pozycji doliny w stosunku do jej biegu. Wydajność z pojedynczego otworu ujmującego poziom czwartorzędowy dochodzi do 50 m³/h, a w niektórych rejonach nawet do ponad 200 m³/h (widły Wisły i Brennicy; rys. 2). Współczynniki filtracji wynoszą od $n \cdot 10^{-2}$ do $n \cdot 10^{-7}$ m/s, a wodoprzewodność waha się najczęściej od 20-300 m²/dobę, sporadycznie do ponad 1 000 m²/dobę.

Moduł zasobów odnawialnych określony w oparciu o odpływ wód podziemnych wynosi od 207 do 275 m³/24h/km², natomiast moduł zasobów dyspozycyjnych oszacowano na 140-210 m³/24h/km², przy założeniu, że stanowi on 60-75 % wartości modułu zasobów odnawialnych (Mapa hydrogeologiczna Polski, 1997-2000).

Kilkunastoletnie obserwacje w ramach Krajowej Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych (baza SOH) prowadzone przez Państwowy Instytut Geologiczny wskazują, że zwierciadło wód w utworach aluwialnych wykazuje niewielkie wahania sezonowe – maksymalnie do 1,1 m (punkt nr 755 w Żywcu; Kazimierski, 2006). Zwierciadło występuje płytko pod powierzchnią terenu (1-3 m) i ma na ogół charakter swobodny. W dolinach stany wód podziemnych są ściśle uzależnione od stanów wody w rzece. Poziomy wodonośne omawianych zbiorników zasilane są przeważnie w drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych, a w mniejszym stopniu dopływem wód z osadów starszych od czwarto-

rzędu. Wody podziemne w obrębie tarasów niższych występują w więzi hydraulicznej z wodami powierzchniowymi, jednak rzeki spełniają tu rolę drenującą.

Wody w osadach czwartorzędowych charakteryzują się mineralizacją w granicach 150-400 mg/dm³. Najliczniejszą grupę stanowią wody typu HCO₃-Ca. Pod względem jakościowym są to wody dobrej jakości, wymagające niekiedy prostego uzdatniania. Miejscami wody te nie nadają się do celów komunalnych i wymagają skomplikowanego uzdatniania. Według przyjętej do MhP 1:50 000 klasyfikacji jakości wód podziemnych, wody omawianego poziomu zaliczono do klasy IIa i IIb (rys. 2). Często posiadają podwyższoną zawartość żelaza, manganu i związków azotu oraz są niekiedy zanieczyszczone bakteriologicznie.

W utworach fliszowych (kredowo-paleogeńskich) wskazano następujące, najbardziej perspektywiczne, zbiorniki wód podziemnych: warstw godulskich Beskidu Śląskiego, warstw godulskich Beskidu Małego, oraz warstw magurskich (Chowaniec i in., 2006). Odpowiadają one trzem zbiornikom wód podziemnych (GZWP) wydzielonym na Mapie obszarów GZWP w Polsce wymagających szczególnej ochrony (Kleczkowski, 1990). Od zachodu są to: zbiornik warstw (F) Godula (Beskid Śląski) - nr 348, zbiornik warstw (F) Godula (Beskid Mały) - nr 447, zbiornik warstw (F) Magura (Babia Góra) - nr 445 (rys. 1).

Kredowo-paleogeński (fliszowy) poziom wodonośny związany jest przede wszystkim ze stropową, spękaną częścią utworów fliszowych sięgającą do 80–100 m p.p.t. Wszystkie omawiane zbiorniki fliszowe posiadają niewielkie rozpoznanie hydrogeologiczne. Wynika to z niewielkiego rozpoznania hydrogeologicznego oraz trudnej dostępności terenu (obszar górzysty i bardzo mocno zalesiony), Interpretację hydrogeologiczną przeprowadzono na podstawie danych zawartych w materiałach archiwalnych i publikowanych (Chowaniec 1998-1999; Jetel, 1994; Mapa hydrogeologiczna Polski, 1997-2000).

Średnia miąższość warstwy wodonośnej wynosi 15 m, a średni współczynnik filtracji - 1,0 m/24h. Obliczenia dotyczące wydajności potencjalnych wykazały, że z piaskowców przy pełnym nasyceniu strefy przepuszczalnej, można uzyskać do kilku m³/h, sporadycznie do kilkunastu m³/h wody. Dopływy te pochodzą jednak głównie ze strefy przypowierzchniowej o miąższości 30-40 m. Większe wydajności można osiągnąć głównie w dnach dolin, gdzie spełniony jest warunek nasycenia warstwy wodonośnej. Natomiast partie wododziałowe są mało perspektywiczne, mimo, iż charakteryzują się dobrą przepuszczalnością.

Kredowo-paleogeński (fliszowy) poziom wodonośny zasilany jest na drodze infiltracji opadów atmosferycznych bezpośrednio na wychodniach lub poprzez cienką pokrywę utworów czwartorzędowych. Zwierciadło wody, w zależności od lokalnych warunków, charakteryzuje się zróżnicowaną amplitudą rocznych wahań, które mogą dochodzić do kilku m. Wieloletnie obserwacje w ramach Krajowej Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych (baza SOH) prowadzone przez Państwowy Instytut Geologiczny wskazują, że zwierciadło wód w utworach fliszowych wykazuje wahania sezonowe do 2,4 m (punkt nr 762 w Kalwarii Zebrzydowskiej; Kazimierski, 2006). Zwierciadło wody w utworach fliszowych występuje pod niewielkim napięciem - do 10 metrów, lokalnie może nawet przekraczać 20 m (Mapa hydrogeologiczna Polski, 1997-2000). Współczynnik filtracji zawiera się w granicach $n \cdot 10^{-5}$ - $n \cdot 10^{-7}$ m/s, a średni współczynnik przewodności - 15 m²/24h. Moduł zasobów odnawialnych wynosi od 200 do 250 m³/24h/km², a zasobów dyspozycyjnych 58-70

m³/24h/km², przy założeniu, że stanowi on 30% wartości modułu zasobów odnawialnych (Mapa hydrogeologiczna Polski, 1997-2000).

Charakterystyczną cechą omawianego obszaru jest występowanie dużej ilości źródeł odwadniających fliszowe poziomy wodonośne. Na podstawie wieloletnich obserwacji zauważa się niewielki, lecz ciągły spadek wydajności źródeł. Dotyczy to w szczególności źródeł związanych ze strefą płytkiego, przypowierzchniowego krążenia wód podziemnych (np. punkty bazy SOH nr: 752 – Ustroń-Dobka, 754 – Czernichów, 760 – Ponikiew).

Zwykłe wody podziemne w utworach fliszowych charakteryzują się dobrą i bardzo dobrą jakością (rys. 2). Ich mineralizacja waha się w granicach od kilkudziesięciu do ponad 500 mg/dm³. Najliczniejszą grupę stanowią wody typu HCO₃-Ca-Mg (Mapa hydrogeologiczna Polski, 1997-2000).

Podsumowanie

W obrębie opisanych zbiorników wód podziemnych, eksploatację prowadzi się za pomocą studni kopanych, źródeł oraz studni wierconych. Woda używana jest do celów komunalnych oraz w mniejszym stopniu przez rolnictwo, przemysł i rzemiosło. Ponieważ stosowane przepisy nie wymagają od indywidualnych użytkowników kontroli wód podziemnych nie jest znana wielkość poboru oraz ich jakość. Obserwuje się tendencję do rezygnacji eksploatacji wód poziomu czwartorzędowego studniami kopanymi, natomiast w coraz większym stopniu ujmowane są źródła poziomu fliszowego.

Ze względu na niską zasobność utworów wodonośnych na terenie Zachodnich Karpat, zdecydowana większość miejscowości może zaopatrywać się w wodę jedynie z ujęć powierzchniowych, dlatego też obszar źródłiskowy ma o wiele większe znaczenie jako rejon stanowiący zasilanie wód powierzchniowych. Bardzo gęsta sieć hydrograficzna Karpat stanowi ogromny potencjał zasobów wód powierzchniowych wykorzystywanych do zaopatrzenia aglomeracji miejskich w dorzeczu górnej Wisły (Bielsko-Biała, Górny Śląsk). Niepokojący jest fakt, że w okresie ostatnich kilkunastu lat, odkąd prowadzone są obserwacje w sieciach monitoringowych Państwowego Instytutu Geologicznego, daje się zauważyć tendencja wskazująca na niewielki lecz ciągły spadek wydajności źródeł, co przy ich równoczesnej dzikiej eksploatacji może mieć spory wpływ na wielkość zasilania wód powierzchniowych.

Na podstawie dotychczasowych rezultatów badań można stwierdzić, że zasobność zbiorników jest zdecydowanie mniejsza w stosunku do podawanych w regionalnych opracowaniach hydrogeologicznych. Nie potwierdziły się alarmujące sygnały o degradacji wód podziemnych w zachodniej części Karpat fliszowych. Zanieczyszczenia wód powierzchniowych w rzekach, ze względu na ich drenujący charakter, nie przedostają się do poziomów wodonośnych. Zagrożenie wód podziemnych może zaistnieć w okresach stanów powodziowych.

Ze względu na brak ciągłej warstwy izolującej, kanalizacji większości wsi, wystarczającej ilości oczyszczalni ścieków komunalnych i przemysłowych oraz istniejące dzikie składowi-

ska odpadów, a także wypłukiwanie z gruntu środków ochrony i nawożenia roślin wody podziemne w zbiornikach czwartorzędowych są zagrożone w stopniu bardzo wysokim.

Na badanym obszarze istnieje obecnie szereg parków krajobrazowych (Park Krajobrazowy Beskidu Śląskiego, Żywiecki Park Krajobrazowy, Park Krajobrazowy Beskidu Małego) i jeden park narodowy (Babiogórski Park Narodowy) o łącznej powierzchni wraz z otulinami około 1750 km² (rys. 1). Stanowi to około 50% powierzchni obszaru badań. Tereny te, w dużym stopniu zalesione, chronione są poprzez odpowiednie ustawy i rozporządzenia, co powinno korzystnie wpływać m.in. na jakość i ilość wód podziemnych. Lasy przez swoją działalność przeciwerozynną, przeciwpowodziową i gleboochronną, zabezpieczają także stabilność jakościową i ilościową wód podziemnych.

Literatura:

- Chowaniec J., 1998-1999: Wody podziemne polskich Karpat fliszowych. *Folia Geographica*, 29-30, s. 112-133.
- Chowaniec J., Freiwald P., Patorski R., Witek K. 2006: Zwyczajne wody podziemne w zachodniej części polskich Karpat fliszowych. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, nr 11, s. 14-17.
- Jetel J., 1994: Priepustnosť a prietočnosť pripovrchovej zony zapadného useku flyšového pásma Západných Karpat. *Západné Karpaty*, ser. Hydrogeologia a inžynierska geológia. Geologický Ústav D. Štura. Bratislava.
- Kazimierski B. (red.), 2006: Rocznik hydrogeologiczny Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Rok hydrologiczny 2005. Warszawa. *PIG*.
- Kleczkowski A. S. (red.) 1990.: Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony. Kraków. Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. AGH.
- Książkiewicz M., 1972: Budowa Geologiczna Polski. T. 4, Tektonika, część 3, Karpaty. Warszawa. Wyd. Geol.
- Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, 1997-2000: arkusze: Pszczyna, Kęty, Wadowice, Kalwaria Zebrzydowska, Myślenice, Cieszyn, Skoczów, Bielsko-Biała, Lachowice, Sucha, Osielec, Wisła, Milówka, Jeleśnia, Zawoja, Rabka, Czadca, Ujsoły. Warszawa. *PIG*.
- Paczyński B. (red.), 1993: Atlas hydrogeologiczny Polski 1 : 500 000. Część I. Systemy zwykłych wód podziemnych. Warszawa. *PIG*.
- Paczyński B. (red.), 1995: Atlas hydrogeologiczny Polski 1 : 500 000. Część II. Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych. Warszawa. *PIG*.
- Paul Z., Ryłko W., Tomáš A., 1996: Zarys budowy geologicznej zachodniej części Karpat polskich (bez utworów czwartorzędowych). *Przegląd Geologiczny* nr 5, s. 469-476.