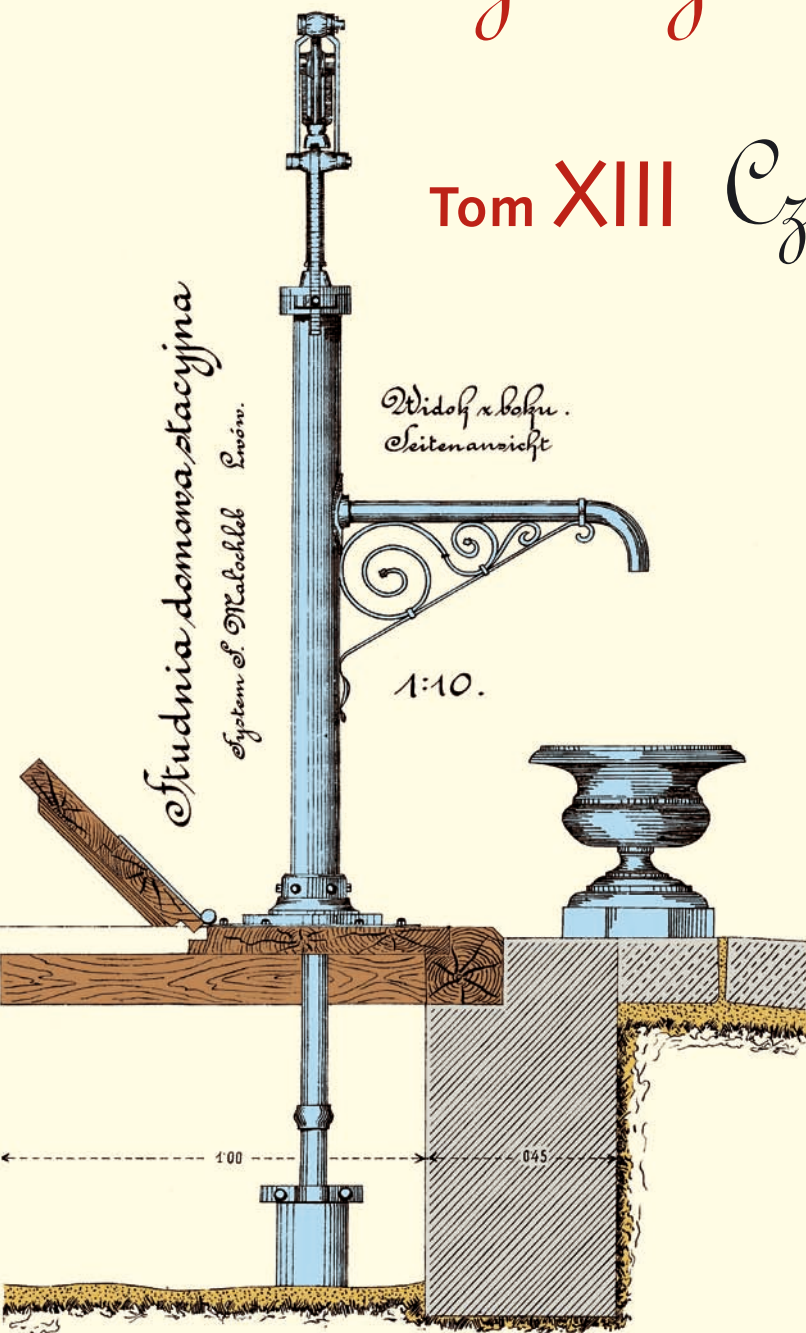


Współczesne problemy hydrogeologii

Tom XIII Część 3.





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

**Magdalena Paszkiewicz, Robert Zdechlik,
Anna Zapotoczna**

**Charakterystyka jakości wód podziemnych
ujmowanych do celów pitnych w Zakopanem**

**Characteristic of Groundwater Quality Used
to Satisfy Household Needs in Zakopane**

Słowa kluczowe wody podziemne, źródła, klasyfikacja jakości, tło hydrogeochemiczne, Zakopane

Key words groundwater, springs, quality classification, hydrogeochemical background, Zakopane

Abstract There was made the assessment of springs water quality in Zakopane region (fig.1), used to satisfy household needs. Based on the results of physico-chemical determination for the years 1996–2006, there was made detailed analysis for ten chosen basic indicators. Presented time distribution (fig. 2, 3) shows stability of groundwater physico-chemical composition. For the results from 2006 there was made quality classification (tab. 1), and for fractured-karst groundwater there was assessed current hydrogeochemical background (tab. 2). Generally the quality of springs water is very good (Ist class). Only in Zoniówka water intake, drawing water from fluvioglacial sediments, the quality is slightly worse (IInd class), because of slightly higher iron concentrations.

1. Wprowadzenie

Rozwój Zakopanego jako miejscowości turystycznej, wykorzystywanej intensywnie praktycznie całorocznie, wymusił konieczność zabezpieczenia dobrych jakościowo wód do celów pitnych. Problem rozwiązano, wykonując do 1990 roku dziewięć ujęć źródeł i cztery ujęcia wód powierzchniowych. Obecnie dla zaopatrzenia miasta w wodę eksploatowanych jest sześć zasadniczych ujęć źródeł: Baptyści, Barany, Jaworzynka, Pod Jedłami, Goniciska i Kórnickie, oraz trzy ujęcia źródeł o znaczeniu lokalnym: Kotelnica, Pod Capkami i Zoniówka (rys. 1). Ponadto eksploatowane są również ujęcia wód powierzchniowych, na potokach: Bystra, Jaworzynka, Olczyński i Mała Łąka.



Rysunek 1. Lokalizacja ujęć źródeł w rejonie Zakopanego

Figure 1. Localization of the springs water intakes in Zakopane region

Artykuł prezentuje ocenę jakości wód podziemnych ujmowanych bezpośrednio ze źródeł w rejonie Zakopanego. Podstawę rozważań stanowią wyniki badań fizyko-chemicznych wykonanych przez laboratorium Spółki Eksploatacyjnej Wodociągów i Kanalizacji (SEWiK) w Zakopanem. Wody wypływające ze źródeł: Baptyści, Barany, Jaworzynka, Pod Jedlami i Gonciska objęte są badaniami comiesięcznymi, natomiast wody ze źródeł: Kórnickie, Kotelnica, Pod Capkami i Zoniówka badane są raz na kwartał. W oparciu o wyniki oznaczeń fizykochemicznych z jedenastu lat (1996-2006), szczegółowej analizy dokonano dla dziesięciu wybranych podstawowych wskaźników (rys. 2, 3). Dla wyników z 2006 roku dokonano klasyfikacji jakościowej wód (tab. 1), zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska (RMŚ, 2004), oraz oceny przydatności wód do spożycia przez ludzi, w myśl Rozporządzenia Ministra Zdrowia (RMZ, 2007). Ponadto dla wód szczelinowo-krasowych (łącznie eocenu węglanowego i serii tatrzańskich) oceniono aktualne tło hydrogeochemiczne (tab. 2).

2. Warunki hydrogeologiczne

Występowanie wód podziemnych w rejonie Zakopanego jest ściśle związane z litologicznym wykształceniem utworów, pokryciem szatą roślinną, morfologią terenu oraz warunkami klimatycznymi. W budowie geologicznej wyróżnia się dwie główne jednostki geologiczno-strukturalne: nieckę Podhala oraz wypiętrzenie Tatr. Granica pomiędzy nimi przebiega od Kir w kierunku na Krzeptówki, Jaszczurówkę i Łysą Polanę. Charakterystyczny układ równoleżnikowo rozciągających się elementów litologiczno-strukturalnych, z prostopadle do nich rozwiniętą siecią hydrograficzną, przy głębokim rozcięciu masywu umożliwia kontaktowanie się wód powierzchniowych z wodami podziemnymi wszystkich typów: porowych, szczelinowych i szczelinowo-krasowych. Specyficzny charakter poszczególnych środowisk skutkuje pewną niezależnością w krążeniu wód i różnicami w prędkościach przepływu (Małecka, 1985).

W rejonie Zakopanego wyróżnia się dwa zasadnicze systemy krążenia wód podziemnych, dla których wspólnym obszarem zasilania jest masyw tatrzański. System pierwszy obejmuje wody gruntowe płytkiego krążenia, oddzielone od powierzchni terenu strefą aeracji. Są to zarówno wody porowe w obrębie utworów czwartorzędowych, jak i wody szczelinowe fliszu podhalańskiego. Mimo zróżnicowanych własności kolektorskich, oba typy wód tworzą wspólny poziom wodonośny, pozostający w bezpośredniej więzi hydraulicznej z ciekami powierzchniowymi (Małecka, 1993). Drugi system dotyczy wód głębokiego krążenia podfliszowych poziomów wodonośnych, izolowanych od powierzchni terenu mięszszym kompleksem fliszu Karpat Wewnętrznych (Małecka, 1992; Małecki, Porowska, 2005). Granice występowania wód podziemnych uwarunkowane są drożnością serii tatrzańskich i eocenu węglanowego, zapadających stromo pod utwory fliszu podhalańskiego.

Zasilanie silnie spękanego poziomu fliszowego odbywa się na drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych i wód powierzchniowych oraz poprzez przepuszczalne utwory czwartorzędu (w strefach wychodni spękanych piaskowców gruboławicowych), a także przez przesiąkanie ascenzyjne nieciągłymi strefami dyslokacyjnymi z poziomów podfliszowych. Zasilanie poziomu wodonośnego związanego ze spękanymi utworami

eocenu węglanowego odbywa się poprzez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych i wód powierzchniowych na wychodniach zlepieńców, wapieni, dolomitów i mułowców (ciągnących się wzdłuż północnego brzegu Tatr), a także przez dopływ wód z głębszych stref związanych ze spękanymi i skrasowiałymi utworami jednostek tatrzańskich (Chowaniec, 1996).

3. Krótka charakterystyka ujęć źródeł

Główne ujęcie komunalne dla Zakopanego znajduje się w rejonie Kuźnic, w granicach Tatrzańskiego Parku Narodowego. Ujęty został zespół źródeł, z których część zasilana jest przez wody porowe pokrywy morenowej, część zaś przez wody szczelinowo-krasowe dolomitów triasu środkowego. Źródła Jaworzynka wypływają spośród wielkich gładów granitowych, stanowiących residuum po przemytych utworach morenowych pokrywających węglanowe osady triasu. W ramach ujęcia czerpane są również wody ze źródła Pod Jedłami (wypływającego z wapieni i dolomitów), z ujęcia brzegowego Gonciska w Dolinie Jaworzynki, ze źródła Kórnickie (rys. 1) oraz wody powierzchniowe potoku Bystra (Małecka, Roniewicz, 1997). Maksymalny dopuszczalny pobór wody, limitowany aktualnym pozwoleniem wodno-prawnym, wynosi: Jaworzynka – 2430,2 m³/d, Pod Jedłami – 734,83 m³/d, Gonciska – 874,37 m³/d oraz Kórnickie – 315,79 m³/d.

Dwa źródła: Baptyści i Barany, występujące w strefie kontaktu utworów eocenu węglanowego z fliszem warstw zakopiańskich, zlokalizowane są w Jaszczurówce. Wyżej usytuowane źródło Barany, zasilane wodami krasowymi Jaskini Jaszczurowskiej, wypływa szczelinami u podnóża blokowiska wapieni eocenu. Źródło Baptystów wypływa punktowo z niewielkiej niszy, na kontakcie silnie zaburzonych wapieni eocenu i fliszu warstw zakopiańskich. Oba źródła należą do małożmiennych (Małecka, Małecki, 2005). Maksymalny dopuszczalny aktualnie pobór wody dla ujęcia Baptystów wynosi 3131,28 m³/d, natomiast dla ujęcia Barany – 1277,76 m³/d.

Trzecim ujętym źródłem związanym z utworami eocenu jest zlokalizowane poniżej Wielkiej Krokwi źródło Pod Capkami, wypływające na kontakcie wapieni numulitowych z fliszem warstw zakopiańskich (Małecka, Małecki, 2005). Źródło to traktowane jest jako pomocnicze, dostarczające wodę jedynie okresowo. Dopuszczalny, zgodnie z obowiązującym pozwoleniem wodno-prawnym, pobór wody z ujęcia wynosi 55,70 m³/d. Źródło jest dobrym przykładem potwierdzenia więzi hydraulicznej wód porowych i szczelinowo-krasowych krążących w masywie oraz meteorycznego ich zasilania (Małecka, Roniewicz, 1997).

Ujęcie Kotelnica zlokalizowane jest w dzielnicy o takiej samej nazwie i ma znaczenie lokalne. Ujęte źródła wypływają w obrębie warstw zakopiańskich górnych, należących do szczelinowych utworów fliszu podhalańskiego (Biel, 1993). Dopuszczalny pobór wody z ujęcia, limitowany aktualnym pozwoleniem wodno-prawnym, wynosi 85,97 m³/d.

Ujęcie Zoniówka położone jest w lesie Faktorowy Bór, należącym do Tatrzańskiego Parku Narodowego. Warstwę wodonośną w rejonie źródła Zoniówka stanowią utwory fluwioglacjalne (Murzynowski, Małecka, 1993). Maksymalny, limitowany aktualnym pozwoleniem wodno-prawnym, pobór wody z ujęcia wynosi 19,20 m³/d.

4. Charakterystyka jakości wód podziemnych

Do oceny jakości ujmowanych wód wytypowano większość regularnie oznaczanych przez laboratorium wskaźników: pH, stężenia chlorków, siarczanów, wapnia, magnezu, żelaza ogólnego, fosforanów, amoniaku, azotanów i azotynów. Wykorzystano wyłącznie wyniki analiz próbek wód surowych, pobranych bezpośrednio z omawianych źródeł w latach 1996-2006 (od 60 do około 120 analiz dla poszczególnych źródeł).

4.1. Zmienność czasowa

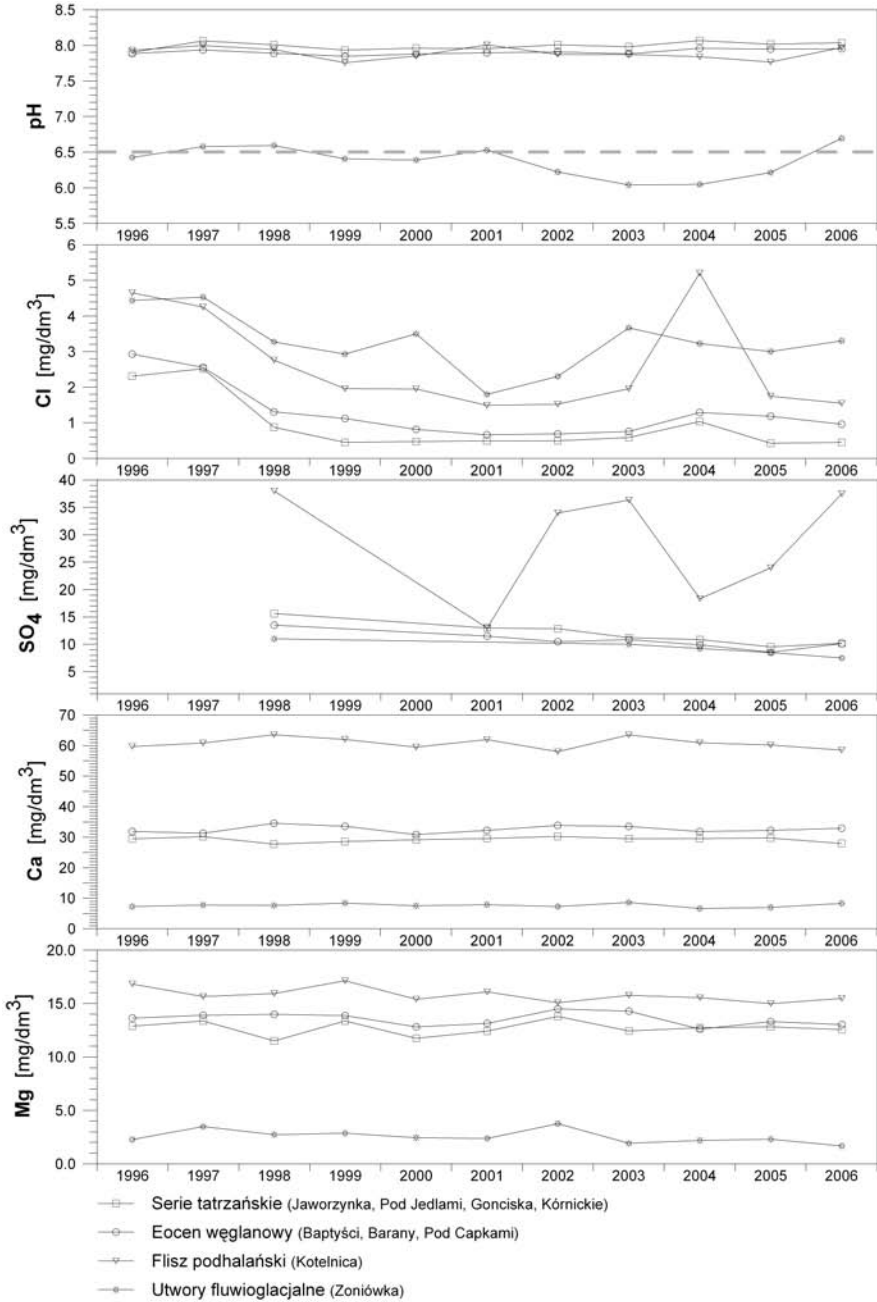
Zmienność czasową zilustrowano w postaci wykresów zmian wartości średnich rocznych stężeń poszczególnych wskaźników fizykochemicznych w latach 1996-2006 (rys. 2, 3), dla czterech grup źródeł: w utworach serii tatrzańskich (Jaworzynka, Pod Jedłami, Gonciska, Kórnickie), w utworach eocenu węglanowego (Baptyści, Barany, Pod Capkami), w utworach fliszu podhalańskiego – warstwy zakopiańskie (Kotelnica) oraz w utworach fluwioglacjalnych (Zoniówka). Nie występują istotne trendy, mogące świadczyć o zmianach jakości. Wykresy pokazują typowe zakresy stężeń omawianych wskaźników, a rozrzut poszczególnych oznaczeń jest relatywnie niewielki. Pojedyncze wyniki różniące się od wartości typowych mają charakter incydentalny, nie świadczący o jakimkolwiek zagrożeniu jakościowym. Praktycznie w całym rozpatrywanym okresie wartości wszystkich wskaźników mieszczą się w zakresie dopuszczalnym dla wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi (RMZ, 2007). Niewielkie odstępstwo wykazują pH i stężenia żelaza, oznaczane w próbkach z ujęcia Zoniówka. Wartości pH wahają się generalnie w zakresie 6-7, czyli częściowo poniżej dolnej wartości granicznej dla wód pitnych (6,5 – szara przerywana linia na rys. 2). Natomiast stężenia żelaza oscylują wokół wartości dopuszczalnej dla wód pitnych (rys. 3).

4.2. Ocena jakości

Ocenę jakości wód podziemnych dla przyjętych wskaźników przeprowadzono zgodnie z zasadami podanymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (RMŚ, 2004), w oparciu o średnie arytmetyczne wartości stężeń ze wszystkich pomiarów wykonanych w 2006 roku. Jakość wód szczelinowo-krasowych eocenu węglanowego i serii tatrzańskich oraz wód szczelinowych fliszu podhalańskiego, w zakresie rozpatrywanych wskaźników nie budzi żadnych zastrzeżeń (tab. 1). Ogólnie wody tych źródeł należy zaliczyć do I klasy – bardzo dobrej jakości, co odpowiada dobremu stanowi chemicznemu wód wg RDW (2000) i DWP (2006). Pojedyncze przekroczenia stężeń dopuszczalnych dla I klasy dotyczą wskaźników nietoksycznych (SO_4 , Ca, Fe, PO_4) i mieszczą się w zakresie II klasy jakości. Podwyższone stężenia kilku związków stwierdzono w wodach z ujęcia Kotelnica, tym niemniej nadal są to wody bardzo dobrej jakości.

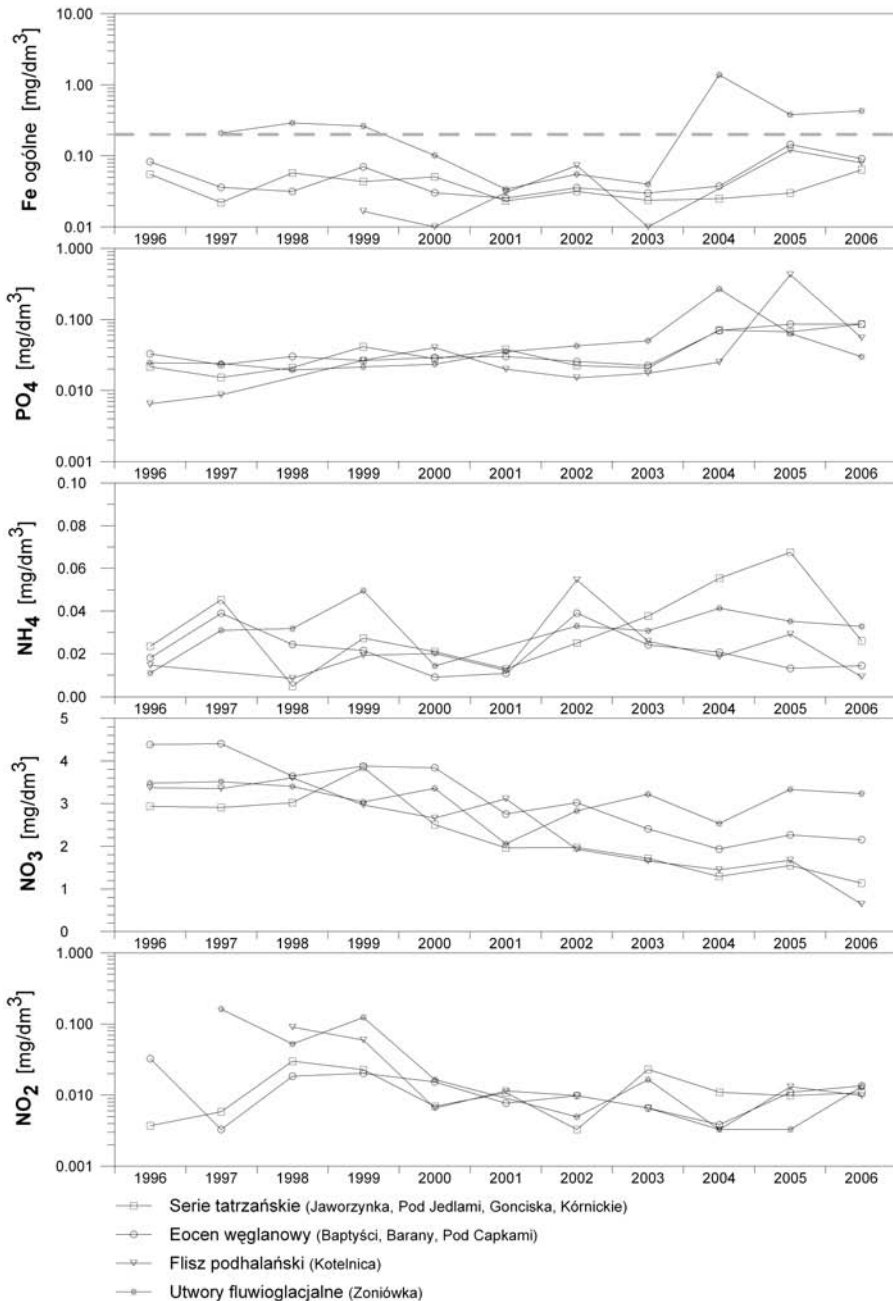
4.3. Tło hydrogeochemiczne

Tło hydrogeochemiczne oznacza zakres stężeń rozpatrywanych wskaźników charakterystyczny dla danego obszaru. Ograniczone jest dolną i górną granicą wartości stężeń, poza którymi występują wartości anomalne (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002).



Rysunek 2. Zmienność czasowa średnich rocznych stężeń wskaźników fizykochemicznych wód podziemnych: pH, Cl, SO₄, Ca, Mg

Figure 2. Temporal variability of mean annual concentrations of groundwater physico-chemical indicators: pH, Cl, SO₄, Ca, Mg



Rysunek 3. Zmienność czasowa średnich rocznych stężeń wskaźników fizykochemicznych wód podziemnych: Fe, PO₄, NH₄, NO₃, NO₂

Figure 3. Temporal variability of mean annual concentrations of groundwater physico-chemical indicators: Fe, PO₄, NH₄, NO₃, NO₂

Tabela 1. Uśrednione wyniki analiz fizykochemicznych z roku 2006 oraz klasyfikacja jakości wód podziemnych w rejonie Zakopanego
Table 1. Mean results of physico-chemical analysis from 2006 and classification of groundwater quality in Zakopane region

Nazwa źródła	Odczyn pH	Chlorki [mg Cl/dm ³]	Siarczany [mg SO ₄ /dm ³]	Wapń [mg Ca/dm ³]	Magnez [mg Mg/dm ³]	Żelazo [mg Fe/dm ³]	Fosforany [mg PO ₄ /dm ³]	Amoniak [mg NH ₄ /dm ³]	Azotany [mg NO ₃ /dm ³]	Azotyny [mg NO ₂ /dm ³]	Klasa jakości	Stan chemiczny
Źródła w utworach serii tatrzańskich												
Jaworzynka	8,07	0,4	9,7	21,98	8,36	0,08	0,04	0,028	1,32	0,018	I	dobry
Pod Jedłami	8,01	0,5	13,6	32,87	15,84	0,05	0,07	0,026	1,35	0,008	I	dobry
Gonciska	8,21	0,4	8,4	22,30	6,51	0,10	0,08	0,024	1,27	0,011	I	dobry
Kórnickie	7,85	0,5	9,0	34,53	19,54	0,02	0,16	0,026	0,60	0,007	I	dobry
Źródła w utworach eocenu węglanowego												
Baptyści	8,04	1,3	8,8	26,84	8,79	0,05	0,13	0,011	2,22	0,016	I	dobry
Barany	8,02	1,1	10,9	28,40	10,64	0,05	0,11	0,013	2,35	0,011	I	dobry
Pod Capkami	7,79	0,5	10,7	43,46	19,63	0,17	0,02	0,019	1,90	0,013	I	dobry
Źródło w utworach fliszu podhalańskiego (warstwy zakopiańskie)												
Kotelnica	7,97	1,6	37,5	58,51	15,48	0,08	0,06	0,009	0,64	0,010	I	dobry
Źródło w utworach fluwiogłacjalnych												
Zoniówka	6,70	3,3	7,5	8,30	1,66	0,43	0,03	0,033	3,23	0,013	II	dobry
Wartości graniczne w klasach jakości wód podziemnych, wg Rozp. Min. Środowiska z 11 lutego 2004 roku (Dz. U. Nr 32, poz. 284)												
	6,5–9,5	25	25	50	30	0,1	0,05	0,5	5	0,03	I	dobry
	6,5–9,5	250	250	100	50	0,3	0,2	1	15	0,1	II	dobry
	6,5–9,5	300	250	200	100	0,5	1	2	25	0,5	III	dobry
	<6,5 lub >9,5	500	500	300	150	5	5	4	50	1,0	IV	słaby
	<6,5 lub >9,5	>500	>500	>300	>150	>5	>5	>4	>50	>1,0	V	słaby
Wartości graniczne wg Rozp. Min. Zdrowia z 29 marca 2007 roku (Dz. U. Nr 61, poz. 417)												
	6,5–9,5	250	250	-	125	0,2	-	0,5	50	0,5		

Wyznaczenie tła hydrogeochemicznego przeprowadzono zgodnie z metodyką zaprezentowaną w opracowaniu Szczepańskiej, Kmiecik (2005). Granice tła określono metodą statystyczną, w oparciu o percentyle: 16% i 84%. Oceny aktualnego tła hydrogeochemicznego dokonano dla wód szczelinowo-krasowych eocenu węglanowego i serii tatrzańskich (tab. 2), w oparciu o wyniki badań próbek wód z siedmiu źródeł (łącznie

57 analiz) z 2006 roku. Pominięto wyniki z ujęcia Zoniówka (w którym warstwę wodonośną stanowią osady fluwioglacjalne) oraz z ujęcia Kotelnica (w utworach fliszu podhalańskiego).

Tabela 2. Podstawowe statystyki opisowe i aktualne tło hydrogeochemiczne (2006 r.) wybranych wskaźników jakości wód szczelinowo-krasowych
Table 2. Basic descriptive statistics and current hydrogeochemical background (2006) for chosen fractured-karst groundwater quality indicators

Statystyki opisowe	Odczyn pH	Chlorki [mg Cl/dm ³]	Siarczany [mg SO ₄ /dm ³]	Wapń [mg Ca/dm ³]	Magnez [mg Mg/dm ³]	Żelazo [mg Fe/dm ³]	Fosforany [mg PO ₄ /dm ³]	Amoniak [mg NH ₄ /dm ³]	Azotany [mg NO ₃ /dm ³]	Azotyny [mg NO ₂ /dm ³]
średnia arytmetyczna	8,05	0,69	10,25	27,69	10,85	0,07	0,09	0,021	1,70	0,0120
mediana	8,06	0,50	10,00	27,17	9,87	0,05	0,05	0,015	1,46	0,0099
odchylenie standardowe	0,14	0,58	2,71	6,12	4,59	0,06	0,11	0,021	0,79	0,0064
minimum	7,72	0,10	1,00	12,81	2,54	0,01	0,01	0,001	0,09	0,0033
maksimum	8,37	3,60	15,00	46,86	24,30	0,19	0,43	0,094	3,81	0,0329
dolna granica (percentyl 16%)	7,91	0,30	8,00	22,59	5,93	0,01	0,02	0,006	1,11	0,0089
górną granica (percentyl 84%)	8,17	0,95	13,04	32,78	15,90	0,14	0,16	0,038	2,62	0,0141

5. Wnioski

Generalnie jakość wód podziemnych ujmowanych do celów wodociągowych ze źródeł w rejonie Zakopanego, należy ocenić bardzo wysoko. Stężenia poszczególnych wskaźników fizykochemicznych występują na zbliżonym poziomie (rys. 2, 3), co świadczy o stabilności składu chemicznego. Dużą stabilność hydrogeochemiczną wód krążących w utworach eocenu węglanowego potwierdzają także Małecka i Małecki (2005). Wody ze źródeł w utworach eocenu węglanowego, serii tatrzańskich i fliszu podhalańskiego zalicza się do klasy I – bardzo dobrej jakości (RMŚ, 2004), mimo sporadycznie występujących przekroczeń stężeń granicznych kilku wskaźników nietoksycznych. Wody ze źródła w utworach fluwioglacjalnych (Zoniówka) są nieco niższej jakości (II klasy), a ich skład fizykochemiczny w odniesieniu do wartości pH i stężeń żelaza niejednokrotnie przekracza również zakres dopuszczalny dla wód przeznaczonych do spożycia (RMZ, 2007). Tym niemniej, zgodnie z RDW (2000) i DWP (2006), wody ze wszystkich źródeł prezentują dobry stan chemiczny.

Literatura

- Biel R., 1993: *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych w kat. „B” ujęć wody ze źródeł: Gonciska, Jaworzynka, Jedle, Kórnickie i Kotelnica w Zakopanem* (nie publ.).
- Chowaniec J., 1996: *Hydrogeologiczne warunki zasilania i przepływu wód podziemnych w utworach trzeciorzędowych na pograniczu Tatr i niecki podhalańskiej*. [w:] Kotarba A. [red.], *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a Człowiek*. Tom I, Kraków-Zakopane.
- DWP, 2006: *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2006/118/WE z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu*. Brussels.
- Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2002: *Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Małecka D., 1985: *Znaczenie badań stacjonarnych w rozpoznaniu reżimu hydrogeologicznego źródeł i wywierzysk krasowych w Tatrach*. [w:] Kleczkowski A.S. [red.], *Mat. III Ogólnopolskiego Symp. „Aktualne problemy hydrogeologii”*. Wyd. AGH, Kraków.
- Małecka D., 1992: *Główne zbiorniki wód podziemnych Tatr i Podhala*. [w:] Kleczkowski A.S. [red.], *W służbie polskiej geologii*. Wyd. AGH, Kraków.
- Małecka D., 1993: *Wody podziemne*. [w:] Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H. [red.], *Przyroda kotliny zakopiańskiej; poznanie, przemiany, zagrożenia i ochrona*. Tatry i Podtatrze. Wyd. TPN, p. 65-80, Kraków - Zakopane.
- Małecka D., Małecki J.J., 2005: *Hydrogeologiczna charakterystyka wód szczelinowo-krasowych eocenu numulitowego Tatr i niecki arcyżyjskiej Podhala*. [w:] Sadurski A., Krawiec A. [red.], *Współczesne problemy hydrogeologii*. T. XII, p. 477-484, Toruń.
- Małecka D., Roniewicz P., 1997: *Trasa A-I*. [w:] Lefeld J., Gaździcki A. [red.], *Przewodnik LXVIII Zjazdu PTG, PTG*, p. 73-92, Warszawa.
- Małecki J.J., Porowska D., 2005: *Przekształcenia jakościowe wód gruntowych okolic Zakopanego*. [w:] Sadurski A., Krawiec A. [red.], *Współczesne problemy hydrogeologii*. T. XII, p. 485-490, Toruń.
- Murzynowski W., Małecka D., 1993: *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych w kat. B Źródła w Faktorowym Borze dla Wodociągu Zoniówka w Zakopanem* (nie publ.).
- RDW, 2000: *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/60/WE z 23.10.2000 w sprawie ustanowienia ram działalności Wspólnoty w zakresie polityki wodnej*. Brussels.
- RMŚ, 2004: *Rozporządzenie Ministra Środowiska z 11.02.2004 w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód*. Dz. U. Nr 32, poz. 284.
- RMZ, 2007: *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 29.03.2007 w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi*. Dz.U. Nr 61, poz. 417.
- Szczepańska J., Kmiecik E., 2005: *Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w oparciu o wyniki badań monitoringowych*. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, AGH, Kraków.

Badania zostały częściowo zrealizowane i sfinansowane w ramach prowadzonych w Zakładzie Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie badań statutowych (umowa 11.11.140.139) i badań własnych (umowa 10.10.140.167).