

OCENA STANU CHEMICZNEGO WÓD PODZIEMNYCH W ZLEWNI SĘKÓWKI

ESTIMATION OF GROUNDWATER CHEMICAL STATUS IN SĘKÓWKA RIVER CATCHMENT AREA

EWA KMIECIK¹, ROBERT ZDECHLIK¹, MAŁGORZATA DRZYMAŁA¹

Abstrakt. Ramowa Dyrektywa Wodna (DRW, 2000) wymaga ustanowienia dwóch programów monitoringu wód podziemnych: stanu ilościowego i stanu chemicznego. Sieć monitoringu dla oceny stanu chemicznego wód podziemnych powinna pozwolić na przeprowadzenie oceny w każdym dorzeczu oraz wykrycie długoterminowych trendów zmian jakości wód. W niniejszym artykule zaprezentowano ocenę stanu chemicznego wód podziemnych, przeprowadzoną zgodnie ze wskazaniami RDW, dla wytypowanego obszaru – południowej części zlewni potoku Sękówka, na podstawie wyników własnych terenowych i laboratoryjnych badań monitoringowych. Wyniki badań laboratoryjnych poddano weryfikacji w oparciu o błąd analizy wyliczony według bilansu jonowego. Określono typy hydrogeochemiczne wód zgodnie z klasyfikacją Szczukariewa-Prikłońskiego. Ocenę stanu chemicznego wód podziemnych przeprowadzono w układzie punktowym i obszarowym zgodnie z wytycznymi przepisów polskich (RMŚ, 2008) i UE (RDW, 2000).

Słowa kluczowe: stan chemiczny, wody podziemne, zlewnia Sękówki.

Abstract. Water Framework Directive (RDW, 2000) requires establishing two programmes, which should cover monitoring of the chemical and quantitative status of groundwaters. The monitoring network for the chemical status assessment of groundwaters shall be designed so as to provide a comprehensive overview of chemical status within each river basin and shall permit identification of long-term trends of variations in groundwater quality. In this paper the chemical status assessment of groundwater of the south part of Sękówka River catchment area was presented, conducted in accordance with above requirements and using own field and laboratory research results. Laboratory results were verified on the base of analyses errors calculated as per the ionic balance. The hydrogeochemical types were specified in accordance with the Szczukariew-Prikłoński classification. The chemical status assessment of groundwater was conducted in point and area configuration, according to Polish (RMŚ, 2008) and UE (RDW, 2000) regulations.

Key words: chemical status, groundwater, Sękówka River catchment area.

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; e-mail: ewa.kmiecik@agh.edu.pl, robert.zdechlik@agh.edu.pl, malgorzata.drzymala@agh.edu.pl

WSTĘP

RDW (2000) wymaga ustanowienia dwóch programów monitoringu wód podziemnych: stanu ilościowego i stanu chemicznego. Monitoring ten ma być prowadzony zgodnie z wymogami podanymi w załączniku V. W myśl artykułu 7 ramowej dyrektywy wodnej monitoringiem mają być objęte jednolite części wód podziemnych (JCWPd), które dostarczają więcej niż 100 m³ wody/dobę.

Sieć monitoringu do oceny stanu chemicznego wód podziemnych powinna pozwolić na przeprowadzenie oceny w każdym dorzeczu oraz wykrycie długoterminowych trendów zmian jakości tych wód, a badania kontrolne prowadzone w sieci mają umożliwić oszacowanie precyzji i dokładności wyników badań hydrogeochemicznych. Celem oceny stanu chemicznego wód podziemnych jednolitej części wód podziemnych (JCWPd), zgodnie z załącznikiem V, p. 2.4.5 (RDW, 2000), wyniki otrzymane z poszczególnych punktów monitoringowych są agregowane dla całości, obliczana jest śred-

nia wartość wskaźnika w każdym punkcie monitoringowym, która następnie jest wykorzystywana do wykazania zgodności z dobrym stanem wód podziemnych. Stan chemiczny wód podziemnych w jednolitej części wód podziemnych uznaje się za dobry, jeśli wartości średnich arytmetycznych stężeń badanych elementów fizykochemicznych nie przekraczają wartości progowych dla dobrego stanu chemicznego. W Polsce, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (RMŚ, 2008 – DzU Nr 143, poz. 896), ocenę stanu chemicznego wód podziemnych w punkcie pomiarowym prowadzi się określając klasę jakości wód podziemnych poprzez porównanie wartości badanych elementów fizykochemicznych z ich wartościami granicznymi podanymi w rozporządzeniu.

W artykule zaprezentowano ocenę stanu chemicznego wód przeprowadzoną zgodnie z powyższymi wskazaniem, dla przykładowej zlewni.

OBSZAR I METODY BADAŃ

Ocenę stanu chemicznego wód podziemnych przeprowadzono dla południowej części zlewni potoku Sękówka, o powierzchni około 3,8 km², na podstawie wyników własnych badań monitoringowych (terenowych i laboratoryjnych). Pod względem administracyjnym obszar przynależy do gminy Sękowa, leżącej w środkowej części Beskidu Niskiego, w powiecie gorlickim. Punkty poboru próbek zlokalizowano w przyrzeczach potoku Sękówka bądź w jego zlewniach cząstkowych – mniejszych potoków, stanowiących bezpośrednie dopływy (Niedzielówka, Rybnik, Bez nazwy). Sieć monitoringowa wód podziemnych w rozpatrywanym fragmencie zlewni, składająca się z 13 punktów – kopanych studni gospodarskich (fig. 1), została opróbowana jednokrotnie w 2011 r. (zgodnie z metodyką opisaną w normie PN-ISO

5667-4:2003). Studnie kopane ujmują wody poziomu fliszowego. Część z nich nie jest eksploatowana, a z pozostałych wody są ujmowane w celu zaspokajania własnych potrzeb gospodarczych. Typowa wielkość poboru nie przekracza kilkuset litrów na dobę. Analizy fizykochemiczne wód wykonało akredytowane Laboratorium Hydrogeochemiczne Katedry Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH w Krakowie (certyfikat akredytacji PCA nr AB 1050). W terenie oznaczano następujące wskaźniki: pH, przewodność elektrolityczną właściwą γ_{25} , potencjał Eh i zasadowość, natomiast w laboratorium KHGI oznaczano 34 wskaźniki. Metody analiz spełniały wymagania dyrektywy technicznej (DT, 2009) i rozporządzenia ministra środowiska (RMŚ, 2011).

WERYFIKACJA ANALIZ CHEMICZNYCH, WSTĘPNA ANALIZA DANYCH

Wyniki analiz chemicznych poddano weryfikacji na podstawie błędu analizy wyliczonego według bilansu jonowego. Średni błąd względny analiz wynosi -1,99%, przy rozrzucie wartości od -16% do 4%. Uzyskane wartości błędu mieszczą się w granicach określonych w normie PN-C-04638-02:1989, zatem wszystkie analizy chemiczne wykonano z wystarczającą poprawnością.

Określono również typy hydrogeochemiczne wód podziemnych pobranych w zlewni Sękówki zgodnie z klasyfikacją Szczukariewa-Prickońskiego. Są to głównie wody typu wodorowęglanowo-wapniowego HCO₃-Ca (tab. 1).

Wartości pH w pobranych próbkach zmieniają się w zakresie od 6,12 do 7,98 (wartość średnia: 7,19), a tło hydrogeochemiczne wyznaczone za pomocą percentyli 10–90% zawiera się w przedziale od 6,35 do 7,86. Średnia wartość mineralizacji wynosi 347,00 mg/l, przy rozrzucie wartości od 51,65 do 920,34 mg/l. Tło hydrogeochemiczne tego wskaźnika 10–90% zawiera się w przedziale od 138,95 do 661,26 mg/l. Twardość ogólna zmienia się w zakresie od 5,13 do 302,20 mg/l (wartość średnia: 173,04 mg/l), zaś tło hydrogeochemiczne zawiera się w przedziale od 57,88 do 269,54 mg/l (10–90%).

Tabela 1

Typy hydrogeochemiczne wód podziemnych w zlewni Sękówki

The hydrogeochemical types of groundwater in Sękówka River catchment area

Nr punktu	Typ hydrogeochemiczny	Nr punktu	Typ hydrogeochemiczny
Sk-1	HCO ₃ -Ca-Mg	Sk-7	HCO ₃ -Ca
Sk-1dubel	HCO ₃ -Ca-Mg	Sk-8	HCO ₃ -SO ₄ -Ca
Sk-2	HCO ₃ -Ca	Sk-9	Cl-HCO ₃ -Na-Ca
Sk-3	HCO ₃ -Ca	Sk-10	HCO ₃ -Cl-Ca
Sk-4	HCO ₃ -Ca	Sk-11	HCO ₃ -Ca
Sk-5	HCO ₃ -Ca	Sk-12	HCO ₃ -Ca-Mg
Sk-6	HCO ₃ -Ca-Na	Sk-13	HCO ₃ -Ca

Zmierzone wartości stężenia porównano z maksymalnymi dopuszczalnymi wartościami stężenia podanymi w RMZ dla wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi (RMZ, 2007, 2010). Nieznaczne przekroczenia maksymalnych do-

Tabela 2

Przekroczenia maksymalnych dopuszczalnych stężeń dla wód przeznaczonych do spożycia

Exceeds of threshold values for water intended for human consumption

Wskaźnik	Punkty z maksymalnymi zmierzonymi stężeniami	Wartość dopuszczalna wg (RMZ 2007, 2010)
Fe	Sk-8 (0,63 mg/l)	0,20 mg/l
Mn	Sk-7 (1,14 mg/l)	0,05 mg/l
Ni	Sk-8 (0,026 mg/l)	0,02 mg/l
Cl	Sk-9 (255,9 mg/l)	250,00 mg/l

puszczalnych wartości dla wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi są obserwowane w następujących punktach monitoringowych: Sk-7, Sk-8, Sk-9. Przekroczenia te dotyczą żelaza, manganu, niklu i chlorków (tab. 2).

OCENA STANU CHEMICZNEGO WÓD PODZIEMNYCH W UKŁADZIE PUNKTOWYM I OBSZAROWYM

W bazie danych, która posłużyła do oceny stanu chemicznego wód podziemnych w zlewni Sękówki, wyniki poniżej granicy oznaczalności <DL zastąpiono, zgodnie z wytycznymi zawartymi w dyrektywach DWP (2006) i DT (2009), połową tej wartości (<DL = ½ DL). Wyniki poniżej granicy oznaczalności we wszystkich próbkach uzyskano dla następujących wskaźników: rtęci, selenu, antymonu, wana- nadu, cyrkonu, tytanu, arsenu, talu i wolframu.

Oceny stanu chemicznego wód podziemnych w układzie punktowym dokonano z wykorzystaniem programu Klasy (Janecka-Styrcz, 2009). Wartości progowe dla klasy III są nieznacznie przekroczone w pojedynczych przypadkach dla manganu (Sk-7, próg 1,0 mg/l, wartość zmierzona 1,14 mg/l), niklu (Sk-8, próg 0,02 mg/l, wartość zmierzona 0,026 mg/l), chlorków (Sk-9, próg 250 mg/l, wartość zmierzona 255 mg/l), fosforanów (Sk-13, próg 1 mg/l, wartość zmierzona 1,08 mg/l). W zdecydowanej większości wody podziemne charakteryzują się II klasą jakości (10 punktów monitoringowych, 77% punktów). W jednym punkcie stwierdzono wody klasy III (Sk-9) i w dwóch punktach wody klasy IV (Sk-7, Sk-8). Zatem stan chemiczny wód podziemnych jest słaby jedynie w punktach Sk-7 i Sk-8 (tab. 3, fig. 1).

Do oceny obszarowej wód podziemnych w zlewni Sękówki zagregowano dane za pomocą wartości średniej (zgodnie z wytycznymi RDW, 2000), uzyskując II klasę jakości – stan chemiczny dobry (fig. 1).

Tabela 3

Klasyfikacja jakości wód podziemnych w zlewni Sękówki

Classification of groundwater quality in Sękówka River catchment area

Punkt	Klasa jakości wg RMS (2008)	Stan chemiczny zgodnie z wytycznymi RDW (2000) oraz RMS (2008)
Sk-1	II	dobry
Sk-1dubel	II	dobry
Sk-2	II	dobry
Sk-3	II	dobry
Sk-4	II	dobry
Sk-5	II	dobry
Sk-6	II	dobry
Sk-7	IV	słaby
Sk-8	IV	słaby
Sk-9	III	dobry
Sk-10	II	dobry
Sk-11	II	dobry
Sk-12	II	dobry
Sk-13	III	dobry

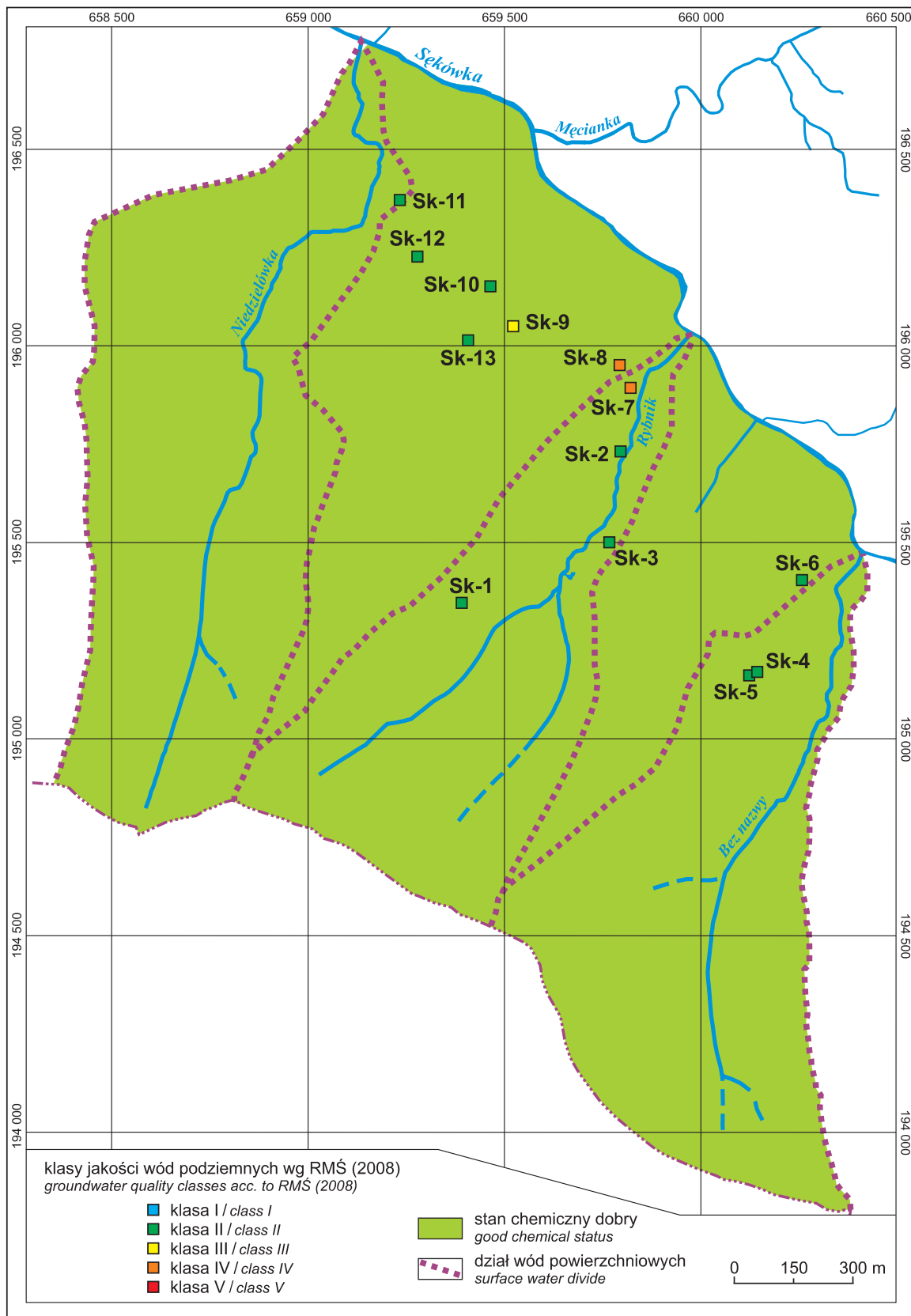


Fig. 1. Lokalizacja punktów poboru próbek wód podziemnych wraz z oceną stanu chemicznego wód podziemnych w zlewni Sękówki w układzie punktowym i obszarowym

Groundwater sampling sites location and the groundwater chemical status of Sękówka River catchment area assessment in point and area configuration

PODSUMOWANIE

Wody podziemne w zlewni Sękówki, zgodnie z klasyfikacją Szczukariewa-Prikłońskiego, to głównie wody typu wodorowęglanowo-wapniowego $\text{HCO}_3\text{-Ca}$. W próbkach tych wartość średnia pH wynosi 7,19, mineralizacji – 347,00 mg/l, a twardości ogólnej – 173,04 mg/l. Nieznaczne przekroczenia maksymalnych dopuszczalnych wartości dla wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi (podanych w rozporządzeniach RMZ, 2007 – DzU Nr 61, poz. 417; RMZ, 2010 – DzU Nr 72, poz. 466) wystąpiły w kilku punktach: Sk-7, Sk-8, Sk-9. Przekroczenia te dotyczą żelaza, manganu, niklu i chlorków.

Wartości progowe dla klasy III są nieznacznie przekroczone w pojedynczych przypadkach dla manganu (Sk-7),

niklu (Sk-8), chlorków (Sk-9) oraz fosforanów (Sk-13). W większości przypadków (10 punktów monitoringowych) wody podziemne charakteryzują się II klasą jakości. W jednym punkcie stwierdzono wody klasy III (Sk-9), natomiast w dwóch – wody klasy IV (Sk-7, Sk-8).

Po agregacji danych za pomocą wartości średniej uzyskano II klasę jakości, czyli dobry stan chemiczny wód podziemnych w zlewni Sękówki.

Badania były częściowo finansowane w ramach projektu NCBiR-N R09 0036 10.

LITERATURA

- DT, 2009 — Dyrektywa Komisji 2009/90/WE z dnia 31 lipca 2009 r. ustanawiająca, na mocy dyrektywy 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, specyfikacje techniczne w zakresie analizy i monitorowania stanu chemicznego wód. UE, 2009.
- DWP, 2006 — Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu. UE, 2006.
- JANECKA-STYRCZ, 2009 — Program Klasy. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddz. Kielce.
- PN-ISO 5667-4:2003 — Jakość wody – Pobieranie próbek – Cz. 4: Wytyczne dotyczące pobierania próbek wód podziemnych. PKN, Warszawa.
- PN-C-04638-02:1989 — Woda i ścieki – Bilans jonowy wody – Sposób obliczania bilansu jonowego wody. PKN, Warszawa.
- RDW, 2000 — Ramowa Dyrektywa Wodna – Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.
- RMŚ, 2008 — Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (DzU Nr 143, poz. 896).
- RMŚ, 2011 — Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 listopada 2011 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych (DzU 2011 Nr 258, poz. 1550).
- RMZ, 2007 — Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (DzU 2007 Nr 61, poz. 417).
- RMZ, 2010 — Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (DzU 2010 Nr 72, poz. 466)

SUMMARY

Water Framework Directive (RDW, 2000) requires establishing two programmes, which should cover monitoring of the chemical and quantitative status of groundwaters. The monitoring network for the chemical status assessment of groundwaters shall be designed so as to provide a comprehensive overview of chemical status within each river basin and shall permit identification of long-term trends of variations in groundwater quality. In this paper the chemical status assessment of groundwater of the south part of Sękówka River catchment area was presented, conducted in accordance with above indications and using own field and laboratory research results. The scheme of assessment was in compliance with Framework Directive. Laboratory results were verified on the base of analyses errors calculated as per the ionic

balance. The mean relative error is equal to $-1,99\%$. The hydrogeochemical types were specified in accordance with the Szczukariew-Prikłoński classification. These are mainly water of bicarbonate-calcium ($\text{HCO}_3\text{-Ca}$) type. The descriptive statistics of analysed parameters were presented. The chemical status assessment of groundwater conducted in point configuration shows, that in majority the groundwater is characterised by II quality class (10 monitoring points) or III quality class (1 monitoring point), which indicates good chemical status. Only in two monitoring points the groundwater is characterised by IV quality class (poor quality status). For the area configuration of chemical status assessment data was aggregate using mean value, obtaining the II quality class – good chemical status.

