

OCENA WPŁYWU HUTY CYNKU „MIASTECZKO ŚLĄSKIE” NA JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH SERII WĘGLANOWEJ TRIASU GZWP LUBLINIEC–MYSZKÓW

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF ZINC SMELTER “MIASTECZKO ŚLĄSKIE” ON GROUNDWATER QUALITY OF THE TRIASSIC CARBONATE AQUIFER WITHIN LUBLINIEC–MYSZKÓW MAJOR GROUNDWATER BASIN

HANNA RUBIN¹, KRYSZTYN RUBIN¹, ANDRZEJ J. WITKOWSKI¹, JACEK WRÓBEL¹

Abstrakt. W artykule scharakteryzowano stan aktualny i zmiany czasowe oraz zróżnicowanie przestrzenne wybranych wskaźników zanieczyszczeń w kompleksie wodonośnym serii węglanowej triasu w rejonie Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” na podstawie wyników realizowanego od 1999 r. monitoringu jakości wód podziemnych.

Wyniki badań modelowych dla GZWP Lubliniec–Myszków wskazują na to, że huta cynku może stanowić potencjalne zagrożenie dla jakości wód z ujęcia huty cynku oraz ujęcia Bibiela Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów zlokalizowanych w strefie odpływu wód z tego obszaru. Zarówno wyniki badań hydrochemicznych, jak i modelowania geochemicznego świadczą o lokalnym zanieczyszczeniu wód serii węglanowej triasu w rejonie obszaru huty. Nie stwierdzono jednak negatywnego oddziaływania na wodę z ujęć usytuowanych w strefie odpływu wód. Obserwowane ograniczone lateralne rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń z obszaru huty prawdopodobnie jest spowodowane głównie blokowym charakterem ośrodka hydrogeologicznego oraz ograniczoną przepuszczalnością stref uskokowych powodujących względną izolację hydrodynamiczną tego obszaru w stosunku do sąsiadujących eksploatowanych ujęć.

Słowa kluczowe: wody szczelinowo-krasowe, wpływ antropogeniczny, monitoring, jakość wód podziemnych.

Abstract. The paper presents the current state, temporal changes and spatial differentiation of selected contamination indicators in the Triassic carbonate aquifer in the vicinity of Zinc Smelter “Miasteczko Śląskie”. It is based on the results of the groundwater quality monitoring, carried out since 1999.

Mathematical modelling for the Major Groundwater Basin Lubliniec–Myszków showed that zinc smelter may pose a potential threat to the groundwater quality exploited by two big intakes located downgradient from the smelter (intake of zinc smelter and big well fields Bibiela exploited by Upper Silesian Water Company). The results of groundwater quality monitoring and geochemical modelling indicate local water pollution of the Triassic carbonate series in the zinc smelter area. However, there is no evidence of adverse effects on the water intakes located downgradient from the smelter. The observed, laterally limited spread of contamination from zinc smelter is most likely due to the block nature of the aquifer and limited permeability of fault zones. This causes relative hydrodynamic isolation of the area in relation to the neighbouring operating water intakes.

Key words: karst-fractured aquifer, human impact, monitoring, groundwater quality.

¹ Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec;
e-mail: hanna.rubin@us.edu.pl, krystyn.rubin@us.edu.pl, andrzej.witkowski@us.edu.pl, jacek.wrobel@us.edu.pl

WSTĘP

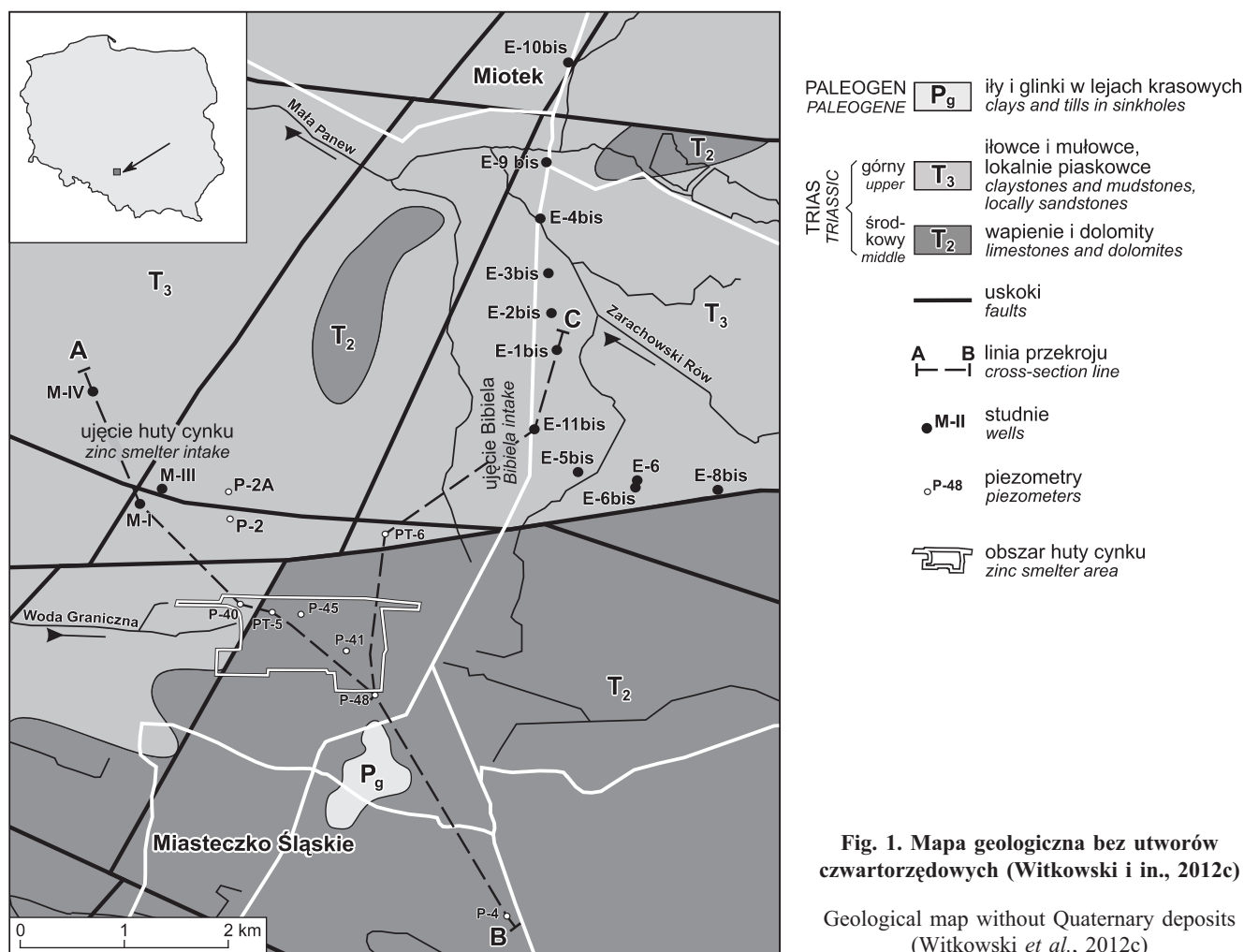
W artykule przedstawiono problematykę wpływu na jakość wód podziemnych lokalnego ogniska zanieczyszczenia, jakim jest Huta Cynku „Miasteczko Śląskie” położona ok. 7 km na północny wschód od Tarnowskich Gór. Huta funkcjonuje od 1968 r. i jest producentem cynku i jego stopów, ołowiu, metalu Dore’a, kadmu rafinowanego oraz kwasu siarkowego. Huta znajduje się w zasięgu występowania

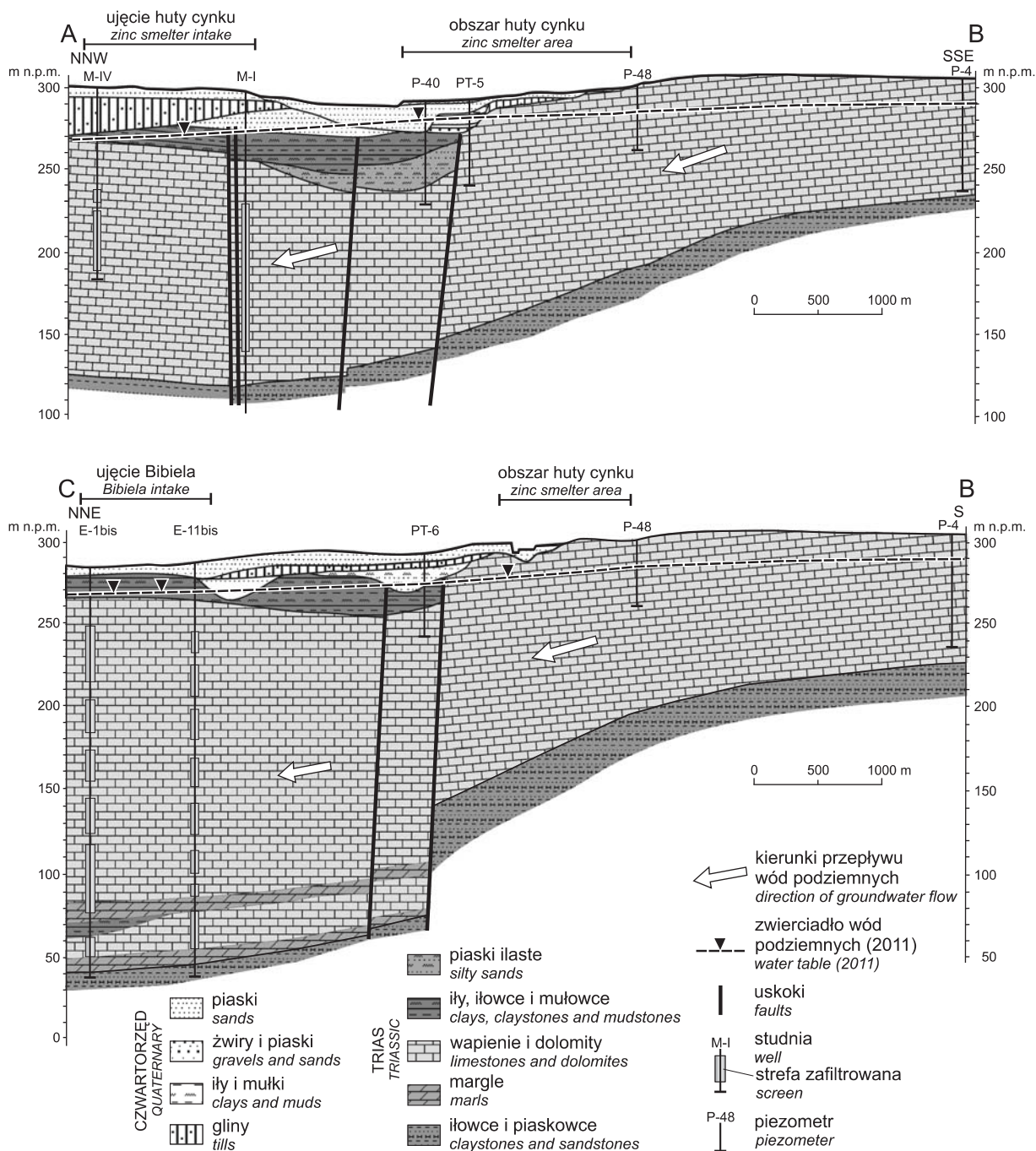
serii węglanowej triasu, stanowiącej główny użytkowy poziom wodonośny (fragment GZWP Lubliniec-Myszków) dla tego rejonu województwa śląskiego i może wywierać negatywny wpływ na jakość tych wód, zagrażając pobliskiemu ujęciu huty, a także największemu w regionie ujęciu Bibiela, należącemu do Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów w Katowicach.

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ I WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Na omawianym obszarze monokliny śląsko-krakowskiej płyta mezozoiczna jest zbudowana z utworów triasu o tektonice blokowej, formującej szereg struktur zapadliskowych i zrębowych (fig. 1, 2). Utwory mezozoiczne są przykryte pokrywą czwartorzędową o bardzo zmiennej miąższości, zredukowaną w strefie wychodni utworów triasu, które występują na południe od Miasteczka Śląskiego.

Na analizowanym obszarze zwykle wody podziemne są związane z piaszczystymi utworami czwartorzędu oraz wapienno-dolomitycznymi utworami triasu (Staśko i in., 2007). Głównym użytkowym kompleksem wodonośnym jest seria węglanowa triasu (wapień muszlowy i ret), w którego obrębie wydzielono główny zbiornik wód podziemnych Lubliniec-Myszków (GZWP 327) o zróżnicowanym stopniu przy-





krycia przez słabo przepuszczalne utwory nadkładu. Regionalny system przepływu wód w zbiorniku wykazuje kierunek SEE–NNW, lecz jest lokalnie znacznie modyfikowany, głównie przez drenaż dużych ujęć Bibiela, Boruszowice, Miedary, Huty Cynku „Miasteczko Śląskie”, ale także przez mogące stanowić bariery hydrodynamiczne strefy dyslokacji o dużych zrzutach i strefy spękań o przebiegu zgodnym z liniami prądu, stanowiące uprzywilejowane kierunki przepływu. Regionalny model hydrodynamiczny zbiornika Lubliniec–Myszków (Witkowski i in., 2012c) wskazuje, że prze-

pływ wód w tym kompleksie z obszaru huty ma ogólnie kierunek północny, w stronę ujęcia huty cynku (ok. 1 km w kierunku NNW) i ujęcia Bibiela (ok. 2,5 km w kierunku NNE) (fig. 3). Stwierdzono, że istotny wpływ na układ hydrodynamiczny i zróżnicowanie spadków hydraulicznych w rejonie huty ma budowa geologiczna, a szczególnie przebiegająca na północ od huty strefa uskoku ograniczająca rozprzestrzenianie się lejki ujęcia Bibiela w kierunku południowym (fig. 1, 2).

METODY BADAŃ

W ocenie możliwości rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń z rejonu Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” przeprowadzono interpretację wyników badań lokalnego monitoringu jakości wód prowadzonego dla tego obiektu od 1999 r. Sieć monitoringowa dla wód serii węglanowej triasu obejmuje siedem punktów, z których cztery są zlokalizowane na obszarze huty, dwa w strefie odpływu wód podziemnych z jej obszaru (piezometr PT-6 i studnia M-I ujęcia huty cynku) oraz jeden piezometr w strefie dopływu wód (P-48). Punkty znajdujące się na obszarze huty reprezentują zarówno stropową (P-40, P-45), jak i środkową (PT-5, P-41) część poziomu wodonośnego. Opróbowanie tych punktów jest prowadzone cztery razy do roku, zakres oznaczeń obejmuje 24 elementy fizykochemiczne, a raz w roku jest poszerzony do 31

elementów (Witkowski i in., 2012b). Do prezentowanej oceny wykorzystano również wyniki badań wód ze studni ujęcia Bibiela położonych najbliżej obszaru huty cynku (E-5bis, E-11bis, E-1bis) oraz z piezometru P-4 w Żyglinie wykonanych w ramach opróbowania na potrzeby dokumentacji hydrogeologicznej ujęcia Bibiela (Witkowski i in., 2012a).

Dla trzech wskaźników zanieczyszczeń o charakterze ogólnym, tj. ilości substancji rozpuszczonych, siarczanów i chlorków, wykonano ocenę zmienności czasowej i zróżnicowania przestrzennego wzdłuż dwóch głównych kierunków przepływu wód podziemnych z obszaru huty do ujęcia Bibiela (na NNE) i do ujęcia huty cynku (na NNW) (fig. 3). Przy ocenie uwzględniono średnie roczne wielkości tych wskaźników z lat 2000 i 2012.

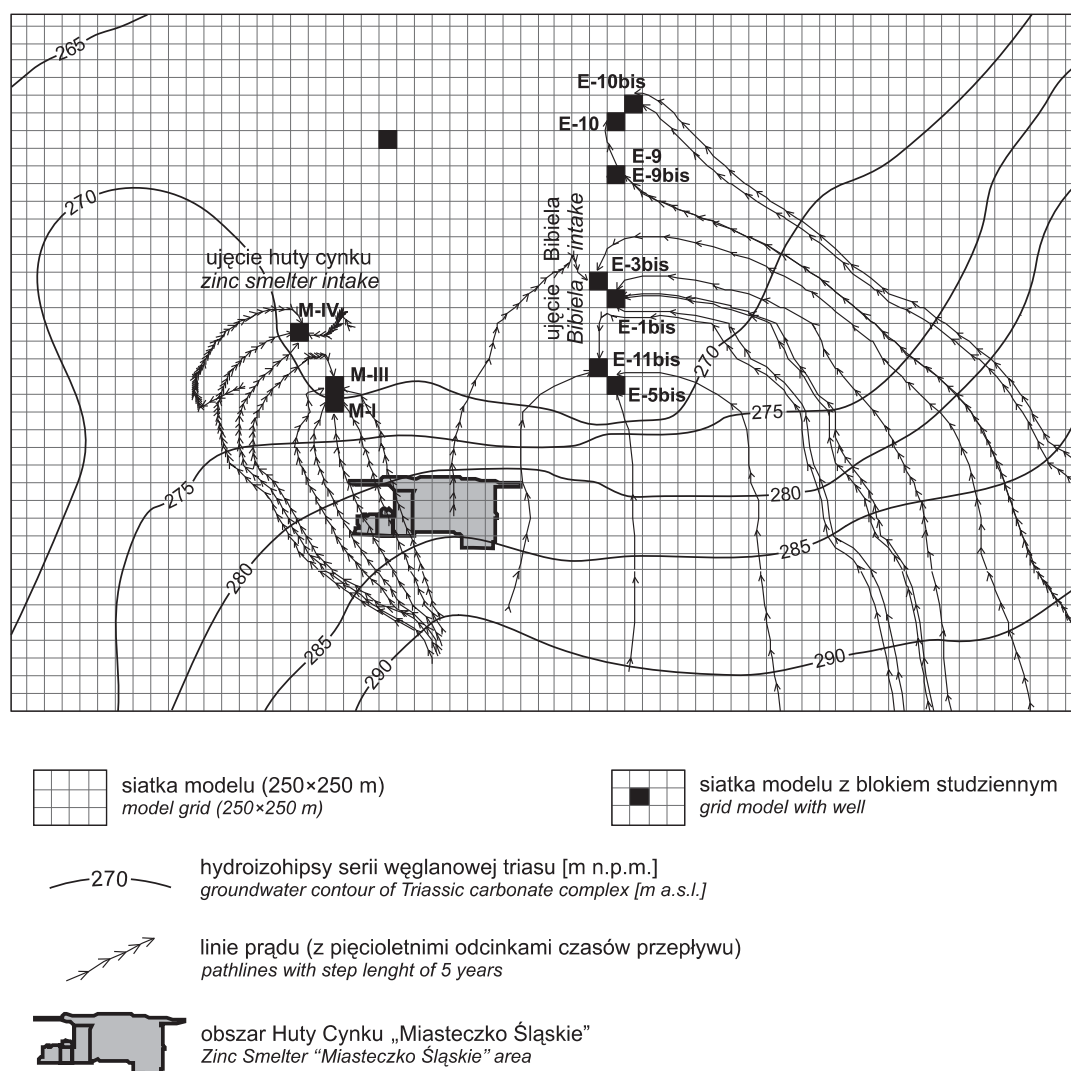


Fig. 3. Mapa hydrogeologiczna według badań modelowych (wg stanu na rok 2011)

Hydrogeological map according to modelling investigation (for groundwater withdrawal in 2011)

Wykonano także modelowanie geochemiczne za pomocą programu PHREEQC z wykorzystaniem bazy danych wateq4f (Parkhurst, Appelo, 1999). Ocenę zmienności udziału danych form występowania pierwiastków przeprowadzono dla cynku i ołowiu jako charakterystycznych składników

zanieczyszczających związanych z profilem produkcyjnym huty. Do modelowania specyficznego wykorzystano wyniki badań przeprowadzonych w listopadzie 2012 r. dla punktów sieci monitoringowej huty cynku oraz we wrześniu 2012 r. dla studni ujęcia Bibiela i piezometru P-4 w Żyglinie.

WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

Wody serii węglanowej na obszarze huty cynku charakteryzują się ogólnie słabym stanem chemicznym (klasy V i IV) (Rozp. MŚ, 2008). Najwyższe wartości wskaźników zanieczyszczeń (m.in. siarczanów – do 1350 mg/dm³, chlorków – do 650 mg/dm³, potasu – do 119 mg/dm³, żelaza – do 5,13 mg/dm³, manganu – do 1,17 mg/dm³ i cynku – do 1,96 mg/dm³) najczęściej były notowane w wodach z piezometrów ujmujących stropową część serii węglanowej triasu (Witkowski i in., 2012b, c). Wody ze studni ujęcia huty cynku, w studniach ujęcia Bibiela oraz w piezometrach poza obszarem huty charakteryzują się dobrym stanem chemicznym (klasy II i III) i zdecydowanie niższymi wielkościami badanych wskaźników zanieczyszczeń. Rozkład ilości substancji rozpuszczonych, siarczanów i chlorków od obszaru

dopływu do obszaru huty (do ujęcia Bibiela i do ujęcia huty cynku) (fig. 4) wskazuje na wyraźny wzrost wielkości tych wskaźników w strefie bezpośredniego oddziaływania huty, który jednak nie znajduje odzwierciedlenia we wzroście wielkości tych wskaźników w wodach analizowanych ujęć.

Wyniki modelowania występowania specjacji cynku i ołowiu w wodach serii węglanowej triasu wykazały zróżnicowaną charakterystykę dla tych metali oraz zmienność udziału występowania poszczególnych specjacji w rozpatrywanych strefach przepływu (fig. 5). Cynk w wodach podziemnych środowiska węglanowego występuje głównie w formie wolnego jonu (Zn²⁺) lub kompleksu utworzonego z różnych form węglanów (ZnCO₃⁰, Zn(CO₃)₂²⁻, ZnHCO₃⁺). W wodach zarówno w strefach ich dopływu, jak i odpływu z rejo-

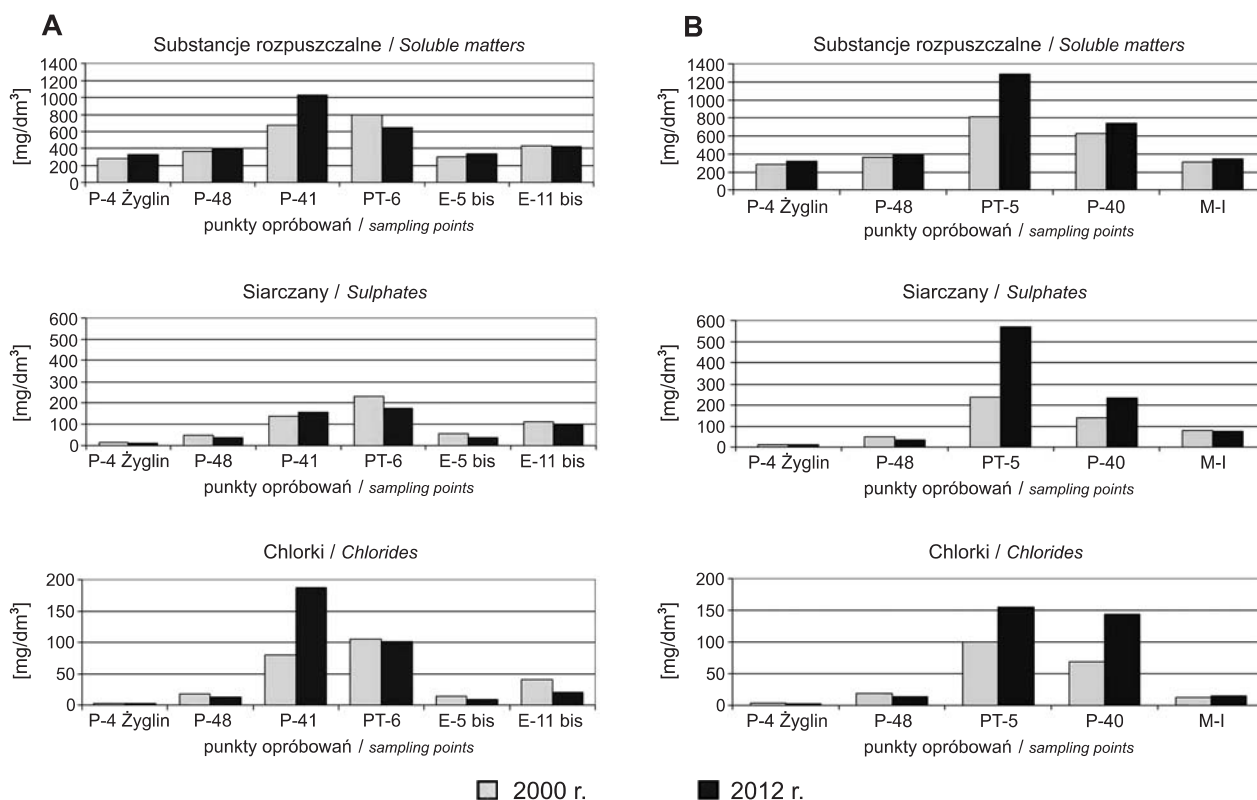


Fig. 4. Zmiany wybranych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych wzdłuż głównych kierunków przepływu **A** – w kierunku ujęcia huty cynku (na NNW), **B** – w kierunku ujęcia Bibiela (na NNE)

Changes of selected groundwater pollution indicators along the major flow directions

A – towards intake of zinc smelter (NNW direction), **B** – towards Bibiela intake (NNE direction)

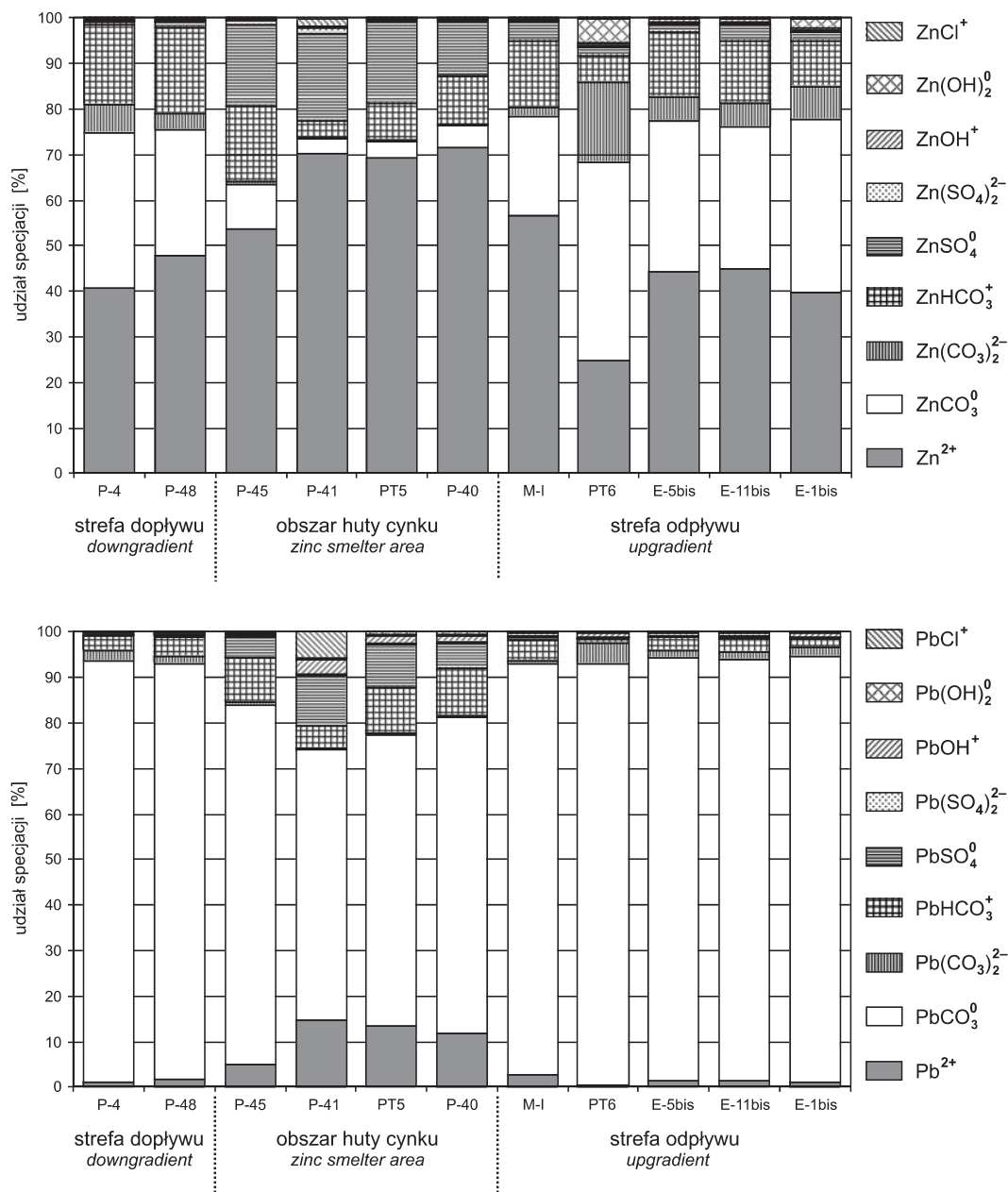


Fig. 5. Rozkład specjacji cynku i ołowiu w wodach serii węglanowej triasu w rejonie huty cynku oraz w strefach dopływu i odpływu wód (2012)

Distribution of Zn and Pb speciations in groundwater of the Triassic carbonate aquifer in the area of zinc smelter and in upgradient and downgradient areas (2012)

nu huty obserwuje się, że formy te stanowią od 92 do 99% udziału wszystkich występujących form, natomiast na obszarze huty ich udział jest wyraźnie mniejszy (od 77 do 87%). Wody na obszarze huty wyróżniają się ponadto występowaniem znaczących ilości form siarczanowych cynku (12–19% udziału ZnSO_4^0), ale także występowaniem tego metalu w kompleksie z chlorkami. Ołów w formie wolnego jonu (Pb^{2+}) w niezanieczyszczonych wodach podziemnych na omawianym obszarze migruje w znikomych ilościach, natomiast udział tej specjacji wyraźnie wzrasta w wodach na obszarze huty (do 15%). Specjacje węglanowe ołowiu

(głównie PbCO_3^0) dominują w wodach we wszystkich strefach, jednak w strefie bezpośredniego oddziaływania huty obniża się ich udział ze względu na występowanie również form siarczanowych i chlorkowych, które w wodach niezanieczyszczonych stanowią znikome ilości. Otrzymane wyniki wskazują na znaczną odrębność wód w strefie bezpośredniego oddziaływania obszaru huty, w stosunku do wód tam dopływających i odpływających, które charakteryzują się podobnym rozkładem specjacji tych charakterystycznych wskaźników.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzona interpretacja wyników badań chemizmu wód wskazuje na ograniczenie lateralnego rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń z obszaru huty cynku wynikające głównie z uwarunkowań hydrodynamicznych implikowanych blokowym charakterem ośrodka hydrogeologicznego i ograniczoną przepuszczalnością stref uskokowych powo-

dujących względną izolację hydrodynamiczną tego obszaru w stosunku do sąsiadujących, eksploatowanych ujęć. O izolacji tej strefy świadczy też fakt praktycznego braku reakcji zwierciadła wody serii węglanowej triasu w rejonie huty cynku na obserwowaną odbudowę zwierciadła w rejonie ujęcia Bibiela osiągającą 26 m w ciągu 20 lat.

LITERATURA

- PARKHURST D.L., APPELO C.A.J., 1999 — User's guide to PHREEQC (Version 2) a computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations. US Geol. Surv. Water-Resources Investigations Report.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dn. 23 lipca 2008 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych. (DzU Nr 143, poz. 896).
- STAŚKO S., KOWALCZYK A., RUBIN H., RUBIN K., 2007 — Rozdz. 8. Prowincja Odry. 8.2.2. Subregion środkowej Odry południowy. *W*: Hydrogeologia regionalna Polski. Wody słodkie (red. B. Paczyński, A. Sadurski). T. I: 327–339. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WITKOWSKI A., RUBIN H., RUBIN K., SIWEK P., SOŁTY-SIAK M., 2012a — Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych Bibiela. UŚl., Katedra Hydrogeol. i Geol. Inż., Sosnowiec.
- WITKOWSKI A., RUBIN K., ĆMIEL S., KACZKOWSKA E., WRÓBEL J., 2012b — Monitoring wód podziemnych na terenie Huty Cynku Miasteczko Śląskie. Sprawozdanie z badań wykonanych w 2012 roku. ZBU Intergeo Sp. z o.o., Sosnowiec.
- WITKOWSKI A., RUBIN K., RUBIN H., 2012c — Ocena wpływu planowanego składowiska odpadów Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” S.A. na wody podziemne serii węglanowej triasu, eksploatowane przez ujęcia głębinowe w rejonie Miasteczka Śląskiego oraz Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów S.A. Bibiela. UŚl., Katedra Hydrogeologii i Geol. Inż., Sosnowiec.

SUMMARY

The article presents the current chemical status of groundwater of the Triassic carbonate aquifer in the vicinity of the Zinc Smelter “Miasteczko Śląskie”, which is a potential source of groundwater contamination. Distribution of three major pollution indicators (TDS, sulphates and chlorides) along two main watercourses from zinc smelter (downgradient towards Bibiela and zinc smelter's water intakes) indicates a significant change of these indicators in zinc smelter. This increase, however, is not reflected in the increase of these indicators in the analysed water intakes.

Significant distinction of the water's composition directly affected by zinc smelter, in relation to the water flowing in

and out from the vicinity of zinc smelter, is also indicated by the results of geochemical modelling for selected indicators. These results show a similar distribution of zinc and lead speciation, both in the groundwaters flowing in and out from the zinc smelter's area.

Both the results of monitoring and geochemical modelling of groundwater showed that the lateral spreading of contaminants from zinc smelter is limited. This limitation is mainly due to hydrodynamic conditions implied by the block nature of the aquifer and limited permeability of fault zones. This causes relative hydrodynamic isolation of this area in relation to the neighbouring active water intakes.

