

CZYNNIKI KSZTAŁTUJĄCE ŚRODOWISKO HYDROGEOLOGICZNE CZWARTORZĘDOWEGO PIĘTRA WODONOŚNEGO W GÓRNOŚLĄSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM

FACTORS CONTROLLING THE HYDROGEOLOGICAL ENVIRONMENT OF THE QUATERNARY AQUIFER IN THE UPPER SILESIA COAL BASIN

ANDRZEJ RÓŻKOWSKI¹, KAZIMIERZ RÓŻKOWSKI², MAREK SOŁTYSIAK¹

Abstrakt. W pracy zostały rozpatrzone czynniki kształtujące środowisko hydrogeologiczne czwartorzędowego piętra wodonośnego na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. W rozważaniach uwzględniono wpływ zarówno czynników naturalnych, jak i działalności człowieka na środowisko wodne.

Słowa kluczowe: czwartorzęd, środowisko hydrogeologiczne, Górnośląskie Zagłębie Węglowe.

Abstract. The authors determined factors influencing the hydrogeological environment of the Quaternary aquifer in the Upper Silesian Coal Basin (USCB). The discussion includes both the impact of geological factors and human activity.

Key words: Upper Silesian Coal Basin (USCB), Quaternary, hydrogeological environment.

WARUNKI SEDYMENTACJI I WYKSZTAŁCENIE LITOLOGICZNE UTWORÓW CZWARTORZĘDOWYCH

Na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) występuje wyraźne zróżnicowanie miąższości i wykształcenia litologicznego pokrywy utworów czwartorzędowych (Doktorowicz-Hrebniński, Kaszyńska-Makowska, 1975; Kotlicka, 1963). Miąższości piaszczysto-gliniastych utworów czwartorzędowych wahają się w granicach od dziesiętnych metra do ponad 120 m (fig. 1).

Przebieg sedymentacji i erozji czwartorzędowej nawiązuje ściśle do ukształtowania starszego podłoża (Lewan-

dowski, 1996). Znaczne miąższości zróżnicowanych litologicznych utworów czwartorzędowych wypełniają obniżenia pochodzenia tektonicznego, denudacyjnego i erozyjnego. Są to obszary intensywnej akumulacji i erozji. Największe miąższości osadów zanotowano w dolinach współczesnych i kopalnych dolin rzecznych (fig. 1). Natomiast na wzniesieniach Wyżyny Śląskiej, silnie niszczonej przez procesy denudacyjne, pokrywy utworów czwartorzędowych są cienkie, a ich profile niepełne.

¹ Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi; ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; e-mail: adrozko@o2.pl, marek.soltysiak@us.edu.pl

² AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; e-mail: kazik@agh.edu.pl

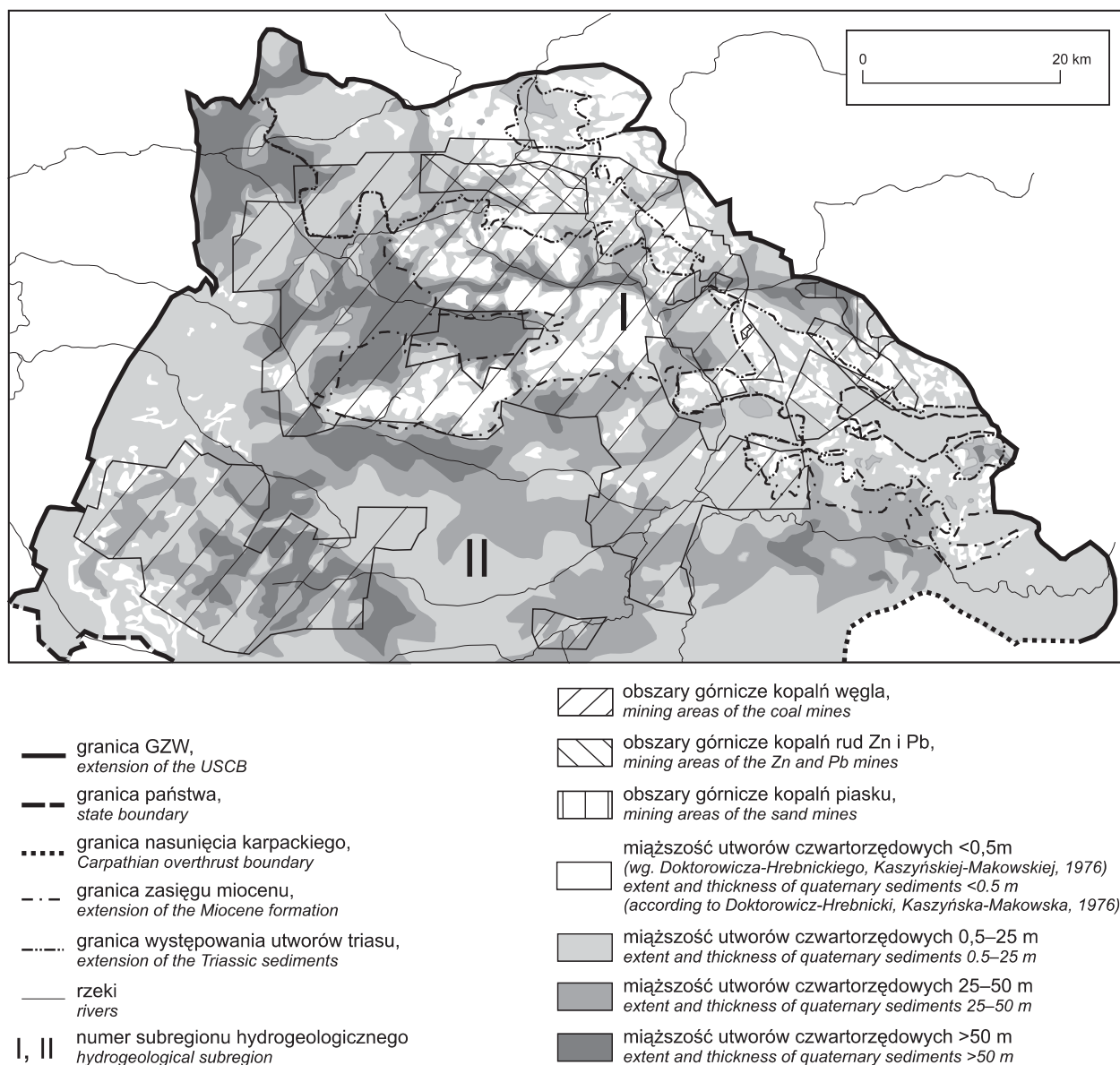


Fig. 1. Mapa miąższości utworów czwartorzędowych i zasięgu obszarów górniczych w regionie górnośląskim

Map of the thickness of Quaternary sediments and the extent of mining areas in the USCAB

NATURALNE I ANTROPOGENICZNE CZYNNIKI KSZTAŁTUJĄCE ŚRODOWISKO HYDROGEOLOGICZNE CZWARTORZĘDOWEGO PIĘTRA WODONOŚNEGO

Na obszarze GZW zostały wydzielone dwa subregiony: północno-wschodni (I) i południowo-zachodni (II) o odmiennych warunkach hydrogeologicznych (A. Rózkowski, K. Rózkowski, 2011). Granicę między subregionami wyznacza zasięg występowania ilastych utworów miocenu, izolujących podłoże (fig. 1).

W I subregionie utwory czwartorzędowe pozostają w kontakcie hydraulicznym z karbońskimi i triasowymi poziomami wodonośnymi (fig. 2A). W II subregionie kontakt hy-

drauliczny między czwartorzędowymi i podścielającymi je karbońskimi poziomami wodonośnymi występuje tylko lokalnie, w zasięgu erozyjnych okien hydrogeologicznych, w izolujących utworach miocenu (fig. 2B).

Poziomy wodonośne czwartorzędowe występują w utworach piaszczysto-żwirowych, a ich miąższości są zmienne – w przedziale od kilku do kilkudziesięciu metrów. Poziomy wodonośne nie są stałe i występują głównie w obniżeniach morfologicznych i dolinach rzecznych (A. Rózkowski i in., 1997).

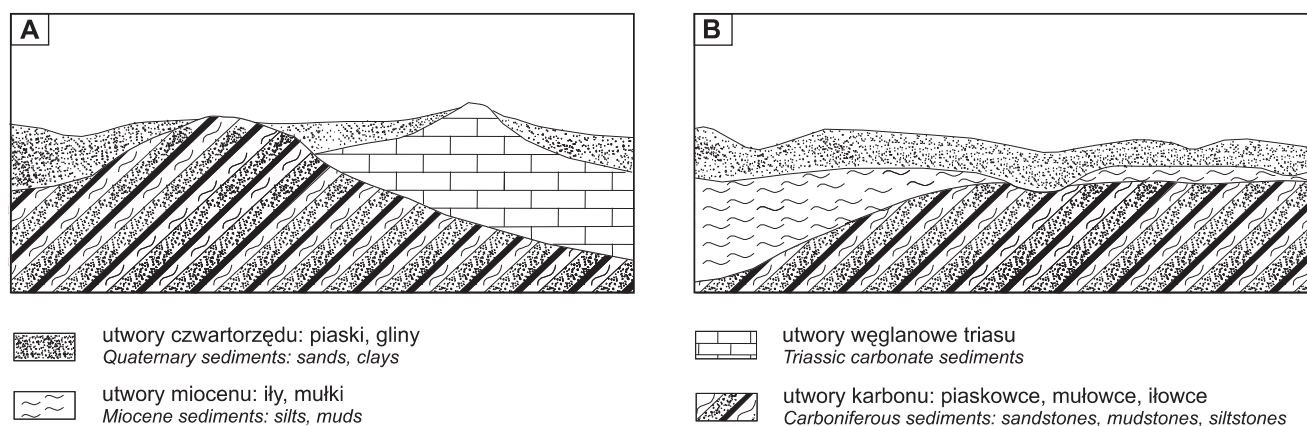


Fig. 2. Układy hydrogeologiczne w subregionach hydrogeologicznych GZW

A – I subregion hydrogeologiczny, B – II subregion hydrogeologiczny

Hydrogeological systems in hydrogeological subregions of the USC

A – hydrogeological subregion I, B – hydrogeological subregion II

Zwierciadło wód jest swobodne lub, w przypadku przykrycia poziomu wodonośnego glinami, słabo napięte. Współczynniki filtracji mieszczą się w granicach od $1,13 \times 10^{-5}$ do $6,5 \times 10^{-3}$ m/s. Poziomy wodonośne cechują się zróżnicowaną wodonośnością. Są one ujmowane licznymi studniami użytkowymi przez wodociągi, zakłady przemysłowe i indywidualnych odbiorców. Wydajności uzyskiwane z pojedynczej studni są zmienne i wahają się w granicach od 4,9 do 200 m³/h przy zróżnicowanych depresjach (A. Rózkowski i in., 1997).

Podstawowe znaczenie, jako zbiorniki wód podziemnych, mają poziomy wodonośne związane z erozyjnym kopalnym systemem dolin, który w nieznacznym stopniu pokrywa się ze współczesnym układem hydrograficznym (fragmenty dolin: Czarnej i Białej Przemyszy, Przemyszy, Brynicy, Kłodnicy, Bierawki, Rudy, Wisły), bezpośrednio zaś nawiązuje do struktur podłoża podczwartorzędowego.

Zasilanie czwartorzędowych poziomów wodonośnych odbywa się na całej powierzchni bezpośrednio poprzez infiltrację opadów atmosferycznych. Czwartorzędowe poziomy wodonośne są w warunkach naturalnych drenowane przez rzeki oraz poprzez przesączanie się wód w przepuszczalne podłoże.

Aktywna, kilkunastoletnia antropopresja, wywołana rozwojem przemysłu i urbanizacji, spowodowała ilościowe i jakościowe przekształcenie środowiska wodnego na obszarze GZW. Dużym zagrożeniem dla środowiska naturalnego stała się kilkumilionowa konurbacja, w obrębie której od poł. XX w. powstało ponad 2 tysiące zakładów przemysłowych, w tym około 200 zakładów o dużej uciążliwości dla środowiska, prowadzono eksploatację górniczą w 68 kopalniach głębinowych i w 3 dużych piaskowniach. Kopalnie drenowały osrodek skalny serii złożowych i ich nadkładu na powierzchni ok. 2000 km² (fig. 1; A. Rózkowski, K. Rózkowski, 2011; Wilk, 2003). Łączny dopływ wód do drenujących czwartorzędowe poziomy wodonośne kopalni odkrywkowych piasku kształtował się na uśrednionym pozio-

mie ok. 160 m³/min. Kopalnie głębinowe poprzez pośredni drenaż odprowadzały ok. 420 m³/min wód pochodzących z poziomów czwartorzędowych.

Stopień przekształcenia czwartorzędowego środowiska hydrogeologicznego na obszarze GZW jest zależny od charakteru zagospodarowania przestrzennego terenu, stopnia jego uprzemysłowienia, zwłaszcza od górniczej aktywności. Istotną rolę ma również czynnik geologiczny, zarówno miąższość i wykształcenie litologiczne, jak i morfologia i przepuszczalność podłoża podczwartorzędowego.

Przestrzenne, wielkoskalowe przeobrażenia czwartorzędowego środowiska hydrochemicznego należy wiązać z: 1) urbanizacją i uprzemysłowieniem obszaru, 2) działalnością rolniczą na obszarach nieuprzemysłowionych oraz przede wszystkim 3) eksploatacją kopalni węgla kamiennego, rud cynku i ołowiu oraz surowców skalnych. Małopowierzchniowe, punktowe i liniowe ogniska zanieczyszczeń stanowią poważne lokalne zagrożenia naturalnego środowiska wodnego.

Urbanizacja i uprzemysłowienie obszaru zmieniają naturalny obieg wody i bilans wodny zlewni oraz jakość wód powierzchniowych i podziemnych w utworach czwartorzędowych. Decydujący wpływ na to mają zmiany sieci hydrograficznej, uszczelnianie koryt rzecznych, infiltracja wód z nieuszczelnionych sieci wodociągowych i kanalizacyjnych oraz składowanie odpadów komunalnych i przemysłowych (Czaja, 2005; Jankowski, 1991). Na obszarach aktywnie użytkowanych rolniczo ma miejsce degradacja jakości wód podziemnych na skutek intensywnego stosowania nawozów mineralnych i środków ochrony roślin.

Eksploatacja górnicza, prowadzona w górnośląskich kopalniach odkrywkowych i głębinowych, jest podstawowym czynnikiem modyfikującym naturalny reżim czwartorzędowego piętra wodonośnego. Deformacje górotworu spowodowane głębinową eksploatacją górniczą, intensywny drenaż górniczy oraz składowanie odpadów pogórnich prowadzą zarówno do zmian układu pola hydrodynamicznego, jak

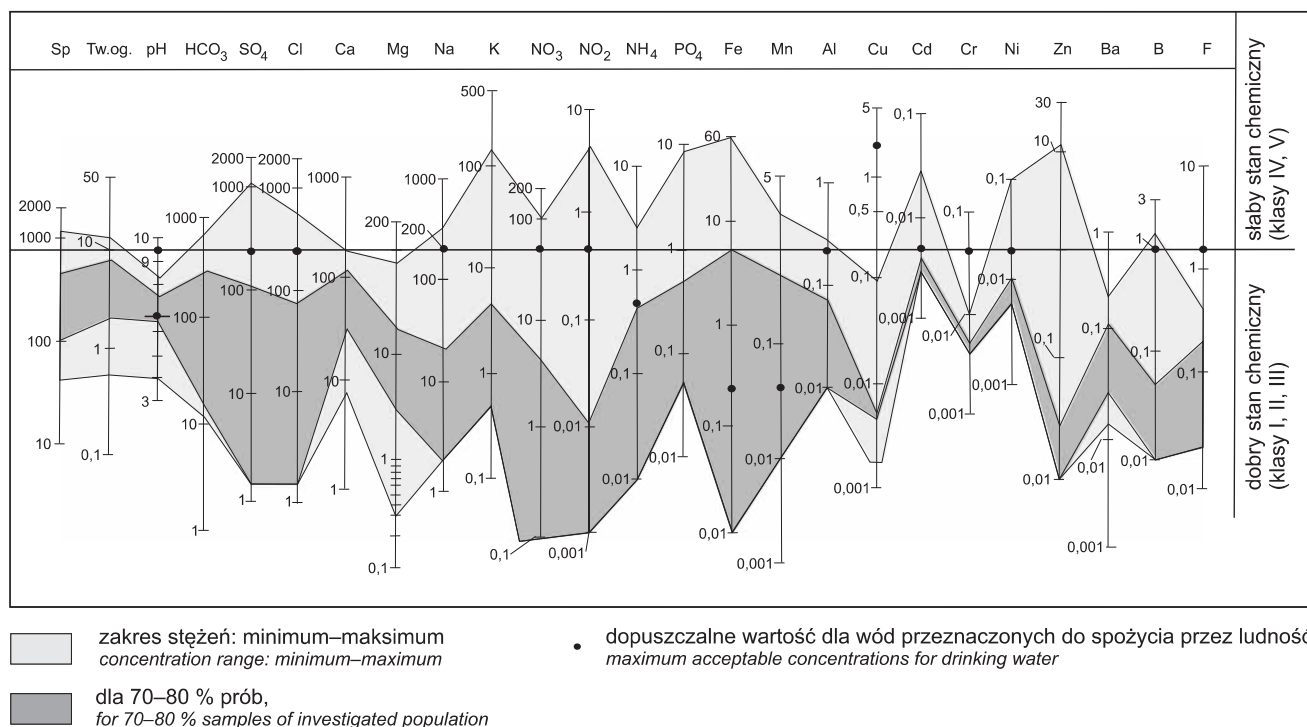


Fig. 3. Zmienność stężeń elementów hydrochemicznych w wodach podziemnych piętra czwartorzędowego (wg Rózkowski i in., 1997, uaktualnione – klasyfikacja jakości wg Rozporządzenia Ministra Środowiska, DzU 2008 Nr 143, poz. 896).

Tw. og – twardość ogólna [mval/dm³], Sp – sucha pozostałość [mg/dm³], stężenia pozostałych składników w mg/dm³

Variability of concentrations of hydrochemical components in groundwater of the Quaternary aquifer (according to Rózkowski *et al.*, 1997, updated – quality rating according to the regulation of the Minister of the Environment, Journal of Laws of 2008, No. 143, item 896)

Tw. og. – total hardness [mval/dm³], Sp – dry residue [mg/dm³], concentrations of the remaining constituents in mg/dm³

i środowiska hydrochemicznego czwartorzędowego piętra wodonośnego (A. Rózkowski i in., 1997)

Drenaż górniczy przyczynia się do zmian wartości składowych naturalnego bilansu wodnego w zlewniach rzek oraz zmniejszenia zasobów i często degradacji jakości wód podziemnych czwartorzędowego piętra wodonośnego. Aktywny drenaż czwartorzędowego piętra wodonośnego może powodować również zanik źródeł i mniejszych cieków, a także obniżenie wydajności ujęć studziennych.

Badania Kowalskiego (1993) wykazały, że wskaźnik odpływu podziemnego w I subregionie hydrogeologicznym, w rejonach drenażu górniczego, kształtuje się w granicach 4,0–8,0 dm³/s/km², podczas gdy na obszarach górniczo niezagospodarowanych wynosi 2,5–3,0 dm³/s/km².

Obecny skład chemiczny i mineralizację wód w utworach czwartorzędowych kształtują czynniki geogeniczne i antropogeniczne. Wody charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem składu chemicznego i właściwości fizycznych. W czwartorzędowych poziomach wodonośnych występują na ogół wody dwujonowe typu HCO₃–Ca oraz HCO₃–Ca–Mg, jak i wielojonowe z podwyższonymi stężeniami jonów SO₄ i Cl (Pikuła, 2007; A. Rózkowski i in., 1997). Wody wielojo-

nowe są z reguły wodami antropogenicznie zanieczyszczone. Analiza wyników badań hydrochemicznych wskazuje na zróżnicowanie stężeń podstawowych składników wód w granicach 47–1374 mg/dm³. Przedstawiony na figurze 3 wykres Schoeller'a umożliwia określenie ekstremalnych i charakterystycznych wartości stężeń makro, mikro i podrzędnych składników chemicznych w wodach poziomów czwartorzędowych. Ponadto wykres ten pozwala określić zakresy stężeń składników w wodach czystych i zanieczyszczonech.

Zaznacza się ścisła zależność jakości i składu chemicznego wód od stopnia odkrycia ośrodka czwartorzędowego oraz zagospodarowania przestrzennego powierzchni terenu, w tym w szczególności od zagospodarowania górniczego. Wody o niskiej jakości, charakteryzujące się złym stanem chemicznym, występują głównie na obszarach uprzemysłowionych w czwartorzędowych zbiornikach hydrogeologicznie odkrytych, intensywnie drenowanych. Szczególnie negatywną rolę odgrywa szeroko pojęta działalność górnicza. Wody dobrej jakości występują w utworach czwartorzędowych w obszarach zagospodarowanych rolniczo oraz zalesionych.

LITERATURA

- CZAJA S., 2005 — Zmiany powierzchniowej sieci hydrograficznej i reżimu odpływu wód na obszarze Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. *W: Hydrogeologia obszarów zurbanizowanych i uprzemysłowionych*. T. 2: 23–33. Wyd. Nauk o Ziemi UŚL., Sosnowiec.
- DOKTOROWICZ-HREBNICKI S., KASZYŃSKA-MAKOWSKA B., 1975 — Mapa Geologiczna Górnośląskiego Zagłębia Węglowego 1:100 000. Mapa grubości nadkładu czwartorzędowego. Wyd. Geol., Warszawa.
- JANKOWSKI A., 1991 — Główne kierunki antropogenicznych przekształceń obiegu wody na obszarze górnośląskim. *W: Przeobrażenia stosunków wodnych na obszarach silnej antropopresji*. Mat. Konf., Sosnowiec, 16–18.09.1991.
- KOTLIKA G. N., 1963 — Mapa wodonośności czwartorzędu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Oddz. Górnośl., Sosnowiec.
- KOWALSKI J., 1993 — Mapa odpływu podziemnego zlewni Górnej Wisły. *Arch. Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. AGH*, Kraków.
- LEWANDOWSKI J., 1996 — Główne czynniki neogeńskiej i czwartorzędowej ewolucji morfogenetycznej regionu śląsko-krakowskiego. *Acta Geogr. Lodz.*, **71**: 131–148.
- PIKUŁA A., 2007 — Środowisko hydrogeologiczne utworów czwartorzędowych w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. *Arch. WNOZ, UŚL., Sosnowiec*.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 23 lipca 2008 w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (DzU Nr 143, poz. 896).
- RÓŻKOWSKI A., RÓŻKOWSKI K., 2011 — Wpływ działalności górnictwa węglowego na środowisko wodne Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w wieloletniu. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **445**: 583–592.
- RÓŻKOWSKI A., CHMURA A., SIEMIŃSKI A. (red.), 1997 — Użytkowe wody podziemne Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **159**.
- RÓŻKOWSKI A., RUDZIŃSKA-ZAPAŚNIK T., SIEMIŃSKI A. (red.), 1997 — Mapa warunków występowania, użytkowania, zagrożenia i ochrony zwykłych wód podziemnych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia 1:100 000. *Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- WILK Z. (red.), 2005 — Hydrogeologia polskich złóż kopalin i problemy wodne górnictwa. T. 1. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.

SUMMARY

The Quaternary formation of the USCB unconformably covers the older basement of different ages, lithology and permeability. Thickness of the Quaternary deposits ranges from decimeters to over 120 m. The maximum thickness of sandy sediments is observed in contemporary fluvial and buried valleys of the rivers: Olza, Ruda, Bierawka, Wisła, Kłodnica, Czarna and Biała Przemsza, and Przemsza. Transformation of the Quaternary groundwater environment in the

USCB takes place under the impact of human activity. Large-scale environmental transformation due to industrialization and urbanization of the area changed the natural water cycle and catchments' water balance as well as the water quality of the Quaternary aquifer. Mining in sand pits and underground coal and Pb-Zn mine workings is the main factor that modifies the hydrogeological environment of the NE part of the USCB.

