

HYDROGEOLOGICZNE ASPEKTY REALIZACJI PROJEKTU BADAWCZEGO „ZINTEGROWANY SYSTEM WSPOMAGAJĄCY ZARZĄDZANIEM I OCHRONĄ ZBIORNIKA ZAPOROWEGO (ZIZOZAP)” NA PRZYKŁADZIE ZBIORNIKA GOCZAŁKOWICKIEGO

HYDROGEOLOGICAL ASPECTS OF REALIZATION OF PROJECT “INTEGRATED SYSTEM SUPPORTING MANAGEMENT AND PROTECTION OF DAMMED RESERVOIR (ZIZOZAP)” – AN EXAMPLE OF GOCZAŁKOWICE RESERVOIR

MAREK SOŁTYSIAK¹, ANDRZEJ J. WITKOWSKI¹, JOLANTA KAŻMIERCZAK¹

Abstrakt. Artykuł prezentuje założenia do monitoringu stanu wód podziemnych oraz wstępne wyniki dotychczasowych badań uzyskanych w ramach projektu badawczego „Zintegrowany system wspomagający zarządzaniem i ochroną zbiornika zaporowego (ZiZoZap)”, realizowanego w latach 2010–2014 dla zbiornika Goczałkowickiego i jego zlewni. Podstawowym zadaniem hydrogeologów w projekcie jest ocena roli składowej wód podziemnych w zasilaniu zbiornika oraz wpływu tej składowej na jakość wody w zbiorniku. Zadanie to realizowane będzie na podstawie wyników kompleksowych badań monitoringowych obejmujących cały cykl obiegu wody (opad atmosferyczny, wody powierzchniowe, wody podziemne w strefie aeracji i saturacji). Wyniki te powinny umożliwić wykonanie zintegrowanego modelu numerycznego zlewni zbiornika Goczałkowickiego, jak również identyfikację czynników i procesów formujących skład chemiczny wód podziemnych w tej zlewni. Dotychczasowe wyniki wstępnych badań hydrogeologicznych wskazują na lokalne istotne zanieczyszczenie wód podziemnych czwartorzędowego piętra wodonośnego przez składniki biogenne, w tym głównie azotany, których maksymalne stężenia osiągały 173 mg/dm³.

Słowa kluczowe: monitoring, jakość wód, wzajemne relacja wód podziemnych i wód powierzchniowych, Zbiornik Goczałkowicki.

Abstract. The article presents assumptions behind groundwater monitoring and preliminary results of the research carried within „Integrated system supporting management and protection of dammed reservoir (ZiZoZap)” project which is being conducted for Goczałkowice reservoir and its catchment in 2010–2014. The main objective for hydrogeologists in this project is to assess the role of groundwater in total water in-flow into the reservoir and the influence of groundwater over the overall water quality of the reservoir. This objective will be fulfilled based on the results of complex monitoring research covering the entire hydrological cycle (rain, surface water, groundwater in unsaturated and saturated zone). These results should allow creation of integrated numeric model of Goczałkowice reservoir catchment as well as identification of factors and processes forming groundwater chemical composition in this catchment. So far, initial results of hydrogeological research indicate substantial local pollution of groundwater in Quaternary aquifers due to presence of nutrients including nitrates which max. concentration reached 173 mg/dm³.

Key words: groundwater quality, monitoring, groundwater surface water interaction, Goczałkowice reservoir.

¹ Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Sosnowiec, Będzińska 60; e-mail: hydro@us.edu.pl

WSTĘP

Gospodarka wodna prowadzona w obrębie zbiornika wód powierzchniowych będącego rezerwuarem wody pitnej, zakłada dążenie do minimalizacji kosztów produkcji / uzdatniania wody i optymalizacji jego zarządzaniem. Konieczne, wynikające z obowiązujących przepisów ochrony środowiska, jest jednak jednocześnie zachowanie wysokich standardów środowiska w ekosystemach zależnych od wody.

System wód podziemnych pozostaje w sprzężeniu zwrotnym z wodami powierzchniowymi, stąd więc zarządzanie i stan zbiorników wód powierzchniowych uzależnione są także od warunków hydrogeologicznych. Wzajemne relacje pomiędzy wodami powierzchniowymi i podziemnymi mogą zostać zidentyfikowane na podstawie przeprowadzonych szczegółowych badań hydrogeologicznych i hydrologicznych. Określenie znaczenia udziału składowej związanej z wodami podziemnymi jest jednym z elementów, których znajomość jest niezbędna do określenia bilansu wodnego zbiornika. W tym kontekście zarządzanie zasobami wód powierzchniowych wymaga uwzględnienia ogółu zjawisk hydrograficznych, hydrogeologicznych, klimatycznych, społecznych i gospodarczych w całym obszarze zlewni zbiornika.

Przykładem zbiornika obrazującego złożoność procesów mających wpływ na gospodarkę wodną, a także mającego kluczowe znaczenie dla kilkumilionowej aglomeracji, jest zbiornik Goczałkowicki (ZG). Został on oddany do eksploatacji w 1955 roku i jest głównym rezerwuarem wody pitnej w województwie śląskim. Administrator zbiornika, Górnośląskie Przedsiębiorstwa Wodociągów (GPW), bazując na ujęciach na ZG, produkuje rocznie ok. 47 mln m³ wody pitnej, stając się tym samym głównym dostawcą tego surowca dla aglomeracji katowickiej i rybnickiej. Istotne z punktu widzenia gospodarki wodnej, jest zatem dążenie do poprawy i utrzymania jak najlepszego stanu ilościowego i chemicznego wód zbiornika oraz prognozowanie zagrożeń i zmian, którym obiekt ten może podlegać w przyszłości. Wychodząc temu naprzeciw, w 2010 roku rozpoczęto realizację projektu „Zintegrowany system wspomagający zarządzaniem i ochroną zbiornika zaporowego (ZiZoZap)”. Zadanie to realizowane jest przez konsorcjum naukowe w składzie: Uniwersytet Śląski w Katowicach, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze, Politechnika Krakowska i Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach. Partnerami strategicznymi projektu jest Górnośląskie Przed-

siębiorstwa Wodociągów w Katowicach i Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gliwicach (www.zizozap.pl).

Efektom pracy interdyscyplinarnych zespołów badawczych ma być opracowanie systemu informacyjnego bazującego na monitoringu, modelu zintegrowanym i modelach szczegółowych oraz scenariuszach gospodarki wodnej umożliwiającego bieżącą ocenę stanu jakościowego i funkcjonalnego zbiornika Goczałkowickiego, a także prognozowanie jego krótko i długoterminowych zmian. Opracowany system będzie podstawą do podejmowania racjonalnych decyzji w zakresie ochrony i utrzymania funkcji, przy zapewnieniu dobrego potencjału ekologicznego zbiornika. Wypracowanie i wdrożenie takiego systemu będzie miało także istotne znaczenie dla oceny negatywnych skutków zagrożeń zbiornika spowodowanych coraz częściej występującymi ekstremalnymi zjawiskami hydrologicznymi i nadzwyczajnymi zagrożeniami środowiska.

Ramowa dyrektywa wodna (Dyrektywa 2000/60/WE) nakłada na państwa członkowskie obowiązek ochrony zasobów wód powierzchniowych i podziemnych oraz obowiązek podejmowania działań mających na celu poprawę stanu wód dla osiągnięcia ich dobrego stanu. Ponadto z przedmiotowej dyrektywy wynika obowiązek wdrażania działań niezbędnych dla odwrócenia znaczących i utrzymujących się trendów stężeń zanieczyszczeń, powstałych wskutek działalności człowieka. Spełnienie tego zadania wymaga, w odniesieniu do wód podziemnych, jak i wód powierzchniowych, opracowania i wdrożenia systemu monitorującego ich stan chemiczny i ilościowy. Stąd jednym z głównych zadań zespołu hydrogeologów w tym projekcie jest zaprojektowanie i uruchomienie optymalnej i reprezentatywnej sieci obserwacyjnej wód podziemnych. Wyniki szeroko zakrojonych badań monitoringowych (opad atmosferyczny, wody powierzchniowe, wody podziemne w strefie aeracji i saturacji) powinny umożliwić identyfikację czynników i procesów formujących skład chemiczny wód podziemnych w zlewni Zbiornika Goczałkowickiego oraz ocenę powiązań wód zbiornika z wodami podziemnymi, w tym: określenie roli składowej wód podziemnych w zasilaniu zbiornika, określenie stanu chemicznego wód podziemnych zasilających zbiornik oraz ich wpływu na jakość wody w zbiorniku. Zakończenie realizacji zadań z zakresu hydrogeologii przewidziane jest w 2013 roku, natomiast całego projektu w roku 2014.

LOKALIZACJA OBSZARU BADAŃ

Do szczegółowych badań, w tym badań modelowych, wyznaczono obszar o powierzchni ok. 115 km², obejmujący teren zlewni bezpośredniej zbiornika Goczałkowickiego, zlewnię Bajerki oraz obszar położony pomiędzy zlewnią Bajerki a Wisłą (fig. 1). Od północy obszar badań wyznacza

wododział wód powierzchniowych pomiędzy zlewnią Pszczynki i bezpośrednią zlewnią ZG. Zachodnią granicę obszaru wyznacza Wisła, natomiast granica wschodnia została poprowadzona wzdłuż powierzchniowego wododziału Bajerki i Iłownicy. Tak wyznaczony obszar badań powie-

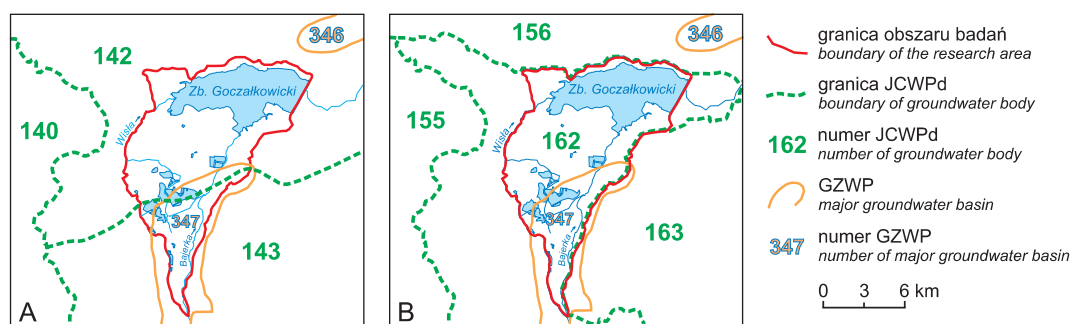


Fig. 1. Położenie obszaru badań na tle jednolitych części wód podziemnych
A – obowiązujących aktualnie, B – zmodyfikowanych, który będą obowiązywać od 2015 r.

The research area and range of groundwater bodies
 A – currently used, B – modified, which will be in use since 2015

szone o otaczający go ok. 500-metrowej szerokości pas buforowy obejmujący dodatkowo ponad 30 km². Obszar badań położony jest na terenie gmin: Pszczyna, Strumień, Chybie, Skoczów, Goczałkowice, Jasienica, Czechowice-Dziedzice. Zagospodarowanie terenu wykazuje duże zróżnicowanie. Procentowy udział obszarów rolniczych oraz nieużytków w granicach obszaru badań wynosi ok. 42%, leśnych 19%. Tereny zabudowane zajmują ok. 12%. Charakterystycznym

elementem środowiska są zbiorniki wodne. Ich powierzchnia, bez uwzględnienia ZG, wynosi 4,81 km² (ok. 4%). Największym zbiornikiem wód powierzchniowych jest Zbiornik Goczałkowicki – jego powierzchnia wynosi 27 km², a objętość 165,6 hm³ (www.zizozap.pl). Rzędne piętrzenia wody mieszczą się w przedziale 250–257 m n.p.m. Głównym źródłem zasilania zbiornika jest dopływ wód z Wisły i podrzędnie z Bajerki.

BUDOWA GEOLOGICZNA

Obszar badań znajduje się w rejonie dwóch elementów strukturalnych: zapadliska przedkarpackiego w części północnej i centralnej oraz Zewnętrznych Karpat Zachodnich w części południowej (Rytko, Paul, 1998).

W profilu podłoża podczwartorzędowego najstarszymi utworami są prekambryjskie skały metamorficzne i magmowe, na których zalegają utwory kambru, dewonu oraz karbonu (Buła, Jachowicz, 1996). Na utworach karbonu zalegają gruboklastyczne utwory warstw dębowieckich, o zmiennej miąższości od 0 do 250 m w rejonie Skoczowa (Buła, Jura, 1983). Na warstwach dębowieckich lub bezpośrednio na starszym podłożu zalegają morskie utwory formacji skawińskiej, wykształcone w postaci osadów ilasto-mułkowców, mułowcowo-marglistych z przewarstwieniami piaskowców.

W południowej części obszaru badań, na formację skawińską w trakcie orogenezy alpejskiej zostały nasunięte jednostki fliszu karpackiego – płaszczowina podśląska (kreda i paleogen) i śląska (jura górna i kreda dolna). Są one wykształcone w postaci łupków, margli, piaskowców oraz wapieni.

Niemal cały obszar badań przykryty jest osadami czwartorzędowymi. Najstarsze, stwierdzone tylko lokalnie, osady czwartorzędowe osadziły się jeszcze w okresie preglacjalnym (gliny i mułki) oraz podczas zlodowacenia najstarszego

(Nescieruk, Wójcik, 1999). Te ostatnie reprezentowane są przez żwiry piaski i gliny oraz ily rzeczne. Podczas zlodowaceń południowopolskich doszło do akumulacji piasków, żwirów wodnolodowcowych, piasków i żwirów fluwioglacjalnych oraz iłów, glin i piasków limnoglacjalnych. Osady te zostały jednak mocno zredukowane i zachowane jedynie w postaci niewielkich, lokalnych płatów. Podobnie lokalnie występują osady rzeczne interglacjalu wielkiego. Szeroko rozprzestrzenione są natomiast osady zlodowaceń środkowopolskich, wykształcone jako piaski i żwiry wodnolodowcowe i rzeczne. Ich miąższość może przekraczać 20 m. Lokalnie, powyżej tych osadów występują mułki organiczne, gliny i torfy pochodzące z interglacjalu eemskiego (fig. 2). Charakterystyczne dla badanego obszaru jest występowanie lessów i glin lessopodobnych, które osadziły się tam podczas zlodowacenia północnopolskiego, tworząc pokrywę o miąższości od 3 do kilkunastu metrów. Istotnymi osadami tego okresu są również rozprzestrzenione pomiędzy Wisłą i Bajerką piaski, mułki i gliny tarasów rzecznych.

Wśród osadów holocenów dominują osady rzeczne (ily, mułki, piaski i żwiry) oraz utwory deluwialne. Charakterystyczne są również torfy, a w sąsiedztwie zbiornika Goczałkowickiego osady jeziorne – ił i mułki.

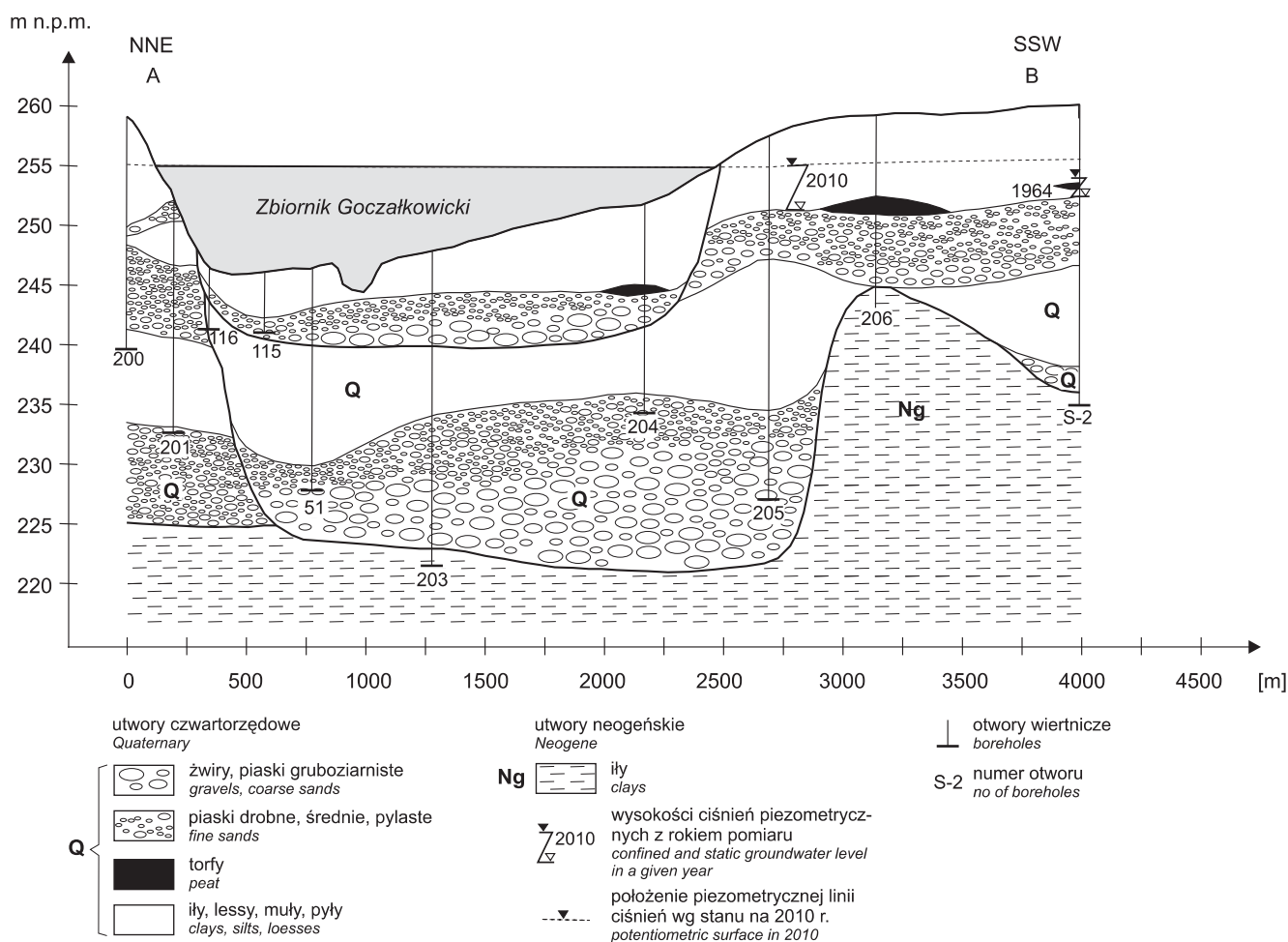


Fig. 2. Schematyczny przekrój hydrogeologiczny

Schematic hydrogeological cross-section

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Uwzględniając podział regionalny zwykłych wód podziemnych według jednostek JCWPd, omawiany obszar usytuowany jest w prowincji Wisły, region górnej Wisły, subregion zapadliska przedkarpackiego i subregion Karpat zewnętrznych (Paczyński, Sadurski, red., 2007). Znajduje się on w zasięgu wydzielonych pierwotnie dwóch JCWPd: nr 142 i 143, natomiast po weryfikacji granic JCWPd z 2009 roku (Nowicki i in., 2009) obszar ten w całości znajduje się w zasięgu JCWPd nr 162 (fig. 1).

Według Mapy Hydrogeologicznej Polski (ark. Pszczyna, Skoczów) na obszarze badań, w utworach czwartorzędowych, wydzielono 4 jednostki hydrogeologiczne. Średnie miąższości warstwy wodonośnej wynoszą od 8 m, w części południowej, do ponad 17 m, w jego części centralnej. Po północno-zachodniej stronie zbiornika Goczałkowickiego

nie wydzielono użytkowego poziomu wodonośnego (Chowaniec, Witek, 2000a).

Głównym użytkowym piętnem wodonośnym w rejonie badań jest piętro czwartorzędowe, w skład którego wchodzi jeden lub dwa poziomy wodonośne. Poziomy czwartorzędowe budują osady rzeczne Wisły oraz mniejszych cieków, natomiast poza obszarami dolin utwory wodonośne są wynikiem akumulacji glacialnej i fluwioglacjalnej, głównie z okresu zlodowaceń środkowopolskich. Poza zasięgiem dolin rzecznych, utwory wodonośne są izolowane od powierzchni glinami i w mniejszym stopniu lessami. Miąższość izolującej warstwy glin wynosi średnio ok. 5 m. Na znacznym obszarze badań, zwłaszcza w sąsiedztwie zbiornika Goczałkowickiego uwiadcza się dwupoziomowość piętra wodonośnego czwartorzędu, wynikająca z obecności w profilu geologicznym

przewarstwień gliniastych (fig. 2). W rejonie ZG pierwszy poziom wodonośny zalega pod warstwą glin, o miąższości od poniżej 1 do ok. 5 m, nie można jednak wykluczyć lokalnych erozyjnych kontaktów hydraulicznych tego poziomu z wodami zbiornika.

Zasilanie odbywa się w drodze infiltracji wód opadowych (głównie w dolinie Wisły) lub infiltrację wód powierzchniowych. W rejonach występowania glin infiltracja jest utrudniona. Wielkość zasilania zależy od położenia zwierciadeł wód powierzchniowych – cieków, jak również Zbiornika Goczałkowickiego.

Wybudowanie zbiornika spowodowało w jego otoczeniu istotne zmiany w układzie hydrodynamicznym (zmiany ciśnień) czwartorzędowego piętra wodonośnego (fig. 2). Niestety aktualny stan rozpoznania tego układu hydrodynamicznego w rejonie zbiornika jest bardzo słaby. Przyjmowany ogólnie drenujący charakter ZG jest problematyczny i wymaga uściślenia w dalszych etapach realizacji projektu.

Starsze poziomy wodonośne nie spełniają warunków dla poziomów użytkowych i nie są przedmiotem badań w realizowanym projekcie. Całość obszaru badań charakteryzuje się wysokim, a w części południowej bardzo wysokim stopniem zagrożenia wód podziemnych.

W rejonie badań funkcjonuje szereg lokalnych ujęć eksploatających wody podziemne. Największym z nich jest, należące do Wodociągów Ziemi Cieszyńskiej, ujęcie w Skoczowie. Większość miejscowości tego rejonu posiada wodociągi. Liczne są również studnie kopane, z części których pobiera się wodę na potrzeby gospodarcze. Istotnym obiektem, mającym wpływ na wody podziemne jest kopalnia eksploatująca złoża żwirowo-piaskowe w Zabłociu (fig. 3).

Teren badań charakteryzuje się nierównomiernym rozpoznaniem hydrogeochemicznym. Większość dostępnych analiz wód podziemnych to analizy archiwalne. Zgodnie z informacjami dołączonymi do map hydrogeologicznych (Chowaniec, Witek, 2000a, b) występujące tu wody charakteryzowały się suchą pozostałością (po odrzuceniu wartości skrajnych) 120–372 mg/dm³. Stwierdzony odczyn (również bez wartości skrajnych) wynosił 6,1–7,2. W rejonie Zabrze-

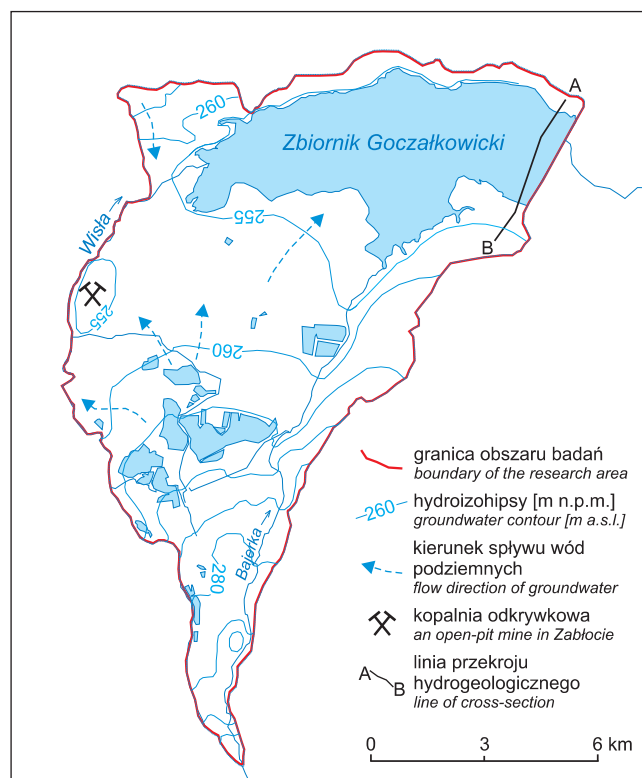


Fig. 3. Mapa hidroizohips

Groundwater contour map

gu, Ochab oraz w południowej części obszaru stężenia żelaza i manganu przekraczają wartości dopuszczalne dla wód pitnych. W latach 1993–2002 funkcjonował punkt regionalnego monitoringu wód podziemnych w Zaborzu-Gołyszu (RMWP 38). Stwierdzano tam wody miękkie o twardości ogólnej od 92,1 do 122,2 mgCaCO₃/dm³, o odczynie słabo kwaśnym wynoszącym średnio 6,3. Dominował typ hydrochemiczny HCO₃–SO₄–Cl–Ca–Mg, wskazujący na antropogeniczne przekształcenie tych wód.

ZAKRES BADAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH PRZEWIDZIANYCH DO REALIZACJI W RAMACH PROJEKTU

Realizacja zadań zespołu hydrogeologów odbywa się w następujących etapach:

1. Identyfikacja kluczowych problemów w rejonie Zbiornika Goczałkowickiego, poprzez zgromadzenie i analizę archiwalnych materiałów kartograficznych, danych geologicznych i hydrogeologicznych oraz wyników analiz fizykochemicznych wód podziemnych (aktualnie na ukończeniu).

2. Wykonanie kartowania hydrogeologicznego i szołologicznego obszaru badań oraz ocena aktualnego stanu ilościowego i chemicznego wód podziemnych czwartorzędowego piętra wodonośnego w kontekście zawartości w nich skład-

ników biogennych, tj. związków azotu i fosforu (aktualnie realizowany).

3. Realizacja monitoringu stanu ilościowego i chemicznego wód podziemnych piętra czwartorzędowego w bezpośrednim otoczeniu zbiornika. Etap ten jest w fazie projektowania. Aktualnie, w wytypowanych studniach kopanych, prowadzone są jedynie badania skryningowe jakości wód podziemnych obejmujące oznaczenie wybranych parametrów fizykochemicznych (*vide* fig. 4). Docelowo w rejonie zbiornika zostanie utworzona lokalna sieć monitoringu wód podziemnych złożona z około 85 punktów, tj. wytypowa-

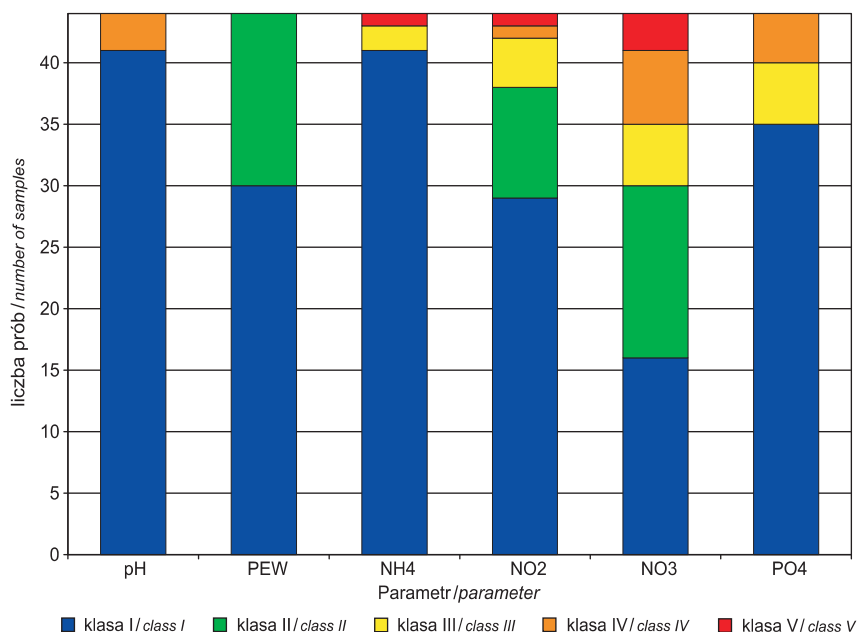


Fig. 4. Jakość wód podziemnych czwartorzędowego piętra wodonośnego w rejonie zlewni ZG

Groundwater quality of the Quaternary aquifer in the area of Goczałkowice reservoir catchment

nych ok. 60 istniejących studni gospodarczych, 5 studni wierconych i dodatkowo około 20 piezometrów, które zostaną wykonane w ramach projektu. Część z tych piezometrów stanowić będą tzw. piezometry gniazdowe, ujmujące w tym samym miejscu różne interwały głębokościowe strefy saturacji. Piezometry te zlokalizowane zostaną w dwóch wyznaczonych poligonach badawczych, zlokalizowanych w obszarach o zróżnicowanym zagospodarowaniu przestrzennym, na północ i południe od zbiornika. Przewidziano również wykonanie piezometru ujmującego wodę podziemną pod dnem zbiornika. Studnie gospodarcze, które wejdą w skład stacjonarnej sieci obserwacyjnej, będą miały wyznaczone rzędne. Pozwoli to na precyzyjne obserwacje interakcji pomiędzy wodami powierzchniowymi i podziemnymi. Aspekt ten jest szczególnie istotny z uwagi na różnice rzędnych piętrzenia w zbiorniku, wynikające z jego roli przeciwpowodziowej i retencyjnej.

W ramach zaplanowanego monitoringu stanu chemicznego, w sugerowanych do odwiercenia piezometrach oraz dostępnych studniach wierconych, przewiduje się wykonanie dwukrotnego opróbowania (przy wysokim i niskim stanie wód) i wykonanie badań laboratoryjnych w zakresie: substancje rozpuszczone, wodorowęglany, chlorki, siarczany, siarczki, wapń, magnez, sód, potas, nikiel, związki azotu, fosforany, arsen, ołów, cynk, kadm, chrom, bar, bor, żelazo (II i III), mangan, glin, stront, krzemionka zdysocjowana, ogólny węgiel organiczny. W terenie przewiduje się wykonanie następujących oznaczeń: temperatura, pH, Eh, przewodność elektrolityczna właściwa (PEW) i zawartość tlenu.

Natomiast w punktach zlokalizowanych na poligonach prowadzone będą systematyczne (dwa razy na kwartał) badania zawartości związków azotu i fosforanów. Ponadto w wytypowanych punktach, przewiduje się dwukrotne wykonanie badań izotopowych wód (skład izotopowy i tryt). W czterech piezometrach zlokalizowanych wzdłuż linii przepływu wód podziemnych planuje się zabudowę systemów ciągłych pomiarów położenia zwierciadła wody. We wszystkich wytypowanych punktach realizowany będzie comiesięczny monitoring położenia zwierciadła wód podziemnych. Po uruchomieniu poligonów badawczych prowadzone będą także systematyczne badania strefy aeracji.

W ramach realizacji projektu prowadzony jest aktualnie ciągły monitoring poziomu wody w zbiorniku i jej parametrów fizykochemicznych (temperatura – od powierzchni zbiornika do dna, co 1 metr, tlen rozpuszczony, przewodność, odczyn, stężenie jonów chlorkowych i azotanowych, zawartość chlorofilu „a”) oraz powietrza (temperatura, wilgotność, prędkość i kierunek wiatru). Monitoring ten realizowany jest przez sondę zlokalizowaną w najgłębszym punkcie zbiornika. Prowadzony jest także ciągły monitoring opadów w 3 punktach obserwacyjnych.

4. Budowa modelu numerycznego zlewni Zbiornika Goczałkowickiego przy użyciu programu GMS ver. 7.1. Składowymi tego modelu będą:

- przestrzenny model budowy geologicznej,
- model hydrodynamiczny wielowarstwowego systemu wód podziemnych (pakiet MODFLOW),
- model Jeziora Goczałkowickiego (pakiet LAK3),

– model migracji zanieczyszczeń (pakiet MT3D).

Wykonana także zostanie identyfikacja przemian geochemicznych w środowisku wód podziemnych zasilających zbiornik oraz symulacja transportu zanieczyszczeń dopływających z wodami podziemnymi do zbiornika. W zadaniu tym zastosowany będzie program PhreeqC i MT3D. Na

podstawie znajomości warunków krążenia, zostaną wskazane punkty znajdujące się na linii przepływu, na których zostanie wykonane modelowanie przemian składu chemicznego. Modelowanie hydrogeochemiczne umożliwi określenie procesów i reakcji zachodzących w wodach podczas przepływu wód przez ośrodek gruntowy.

WSTĘPNE WYNIKI DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ

W ramach realizowanego programu badań, wykonane zostało kartowanie hydrogeologiczne. Pomiary wykonywane były w studniach gospodarskich. Mimo ograniczeń związanych z brakiem możliwości wykonania precyzyjnych pomiarów niwelacyjnych, korzystając z rzędnych powierzchni terenu odczytanych z map topograficznych w skali 1:10 000, udało się wykonać mapę hydroizohips pierwszego poziomu wodonośnego (fig. 3). Maksymalne rzędne położenia zwierciadła wód podziemnych w rejonie Skoczowa wynosiły około 300 m n.p.m., zaś w rejonie zbiornika były o 45 m niższe. Wykonane kartowanie wskazało szereg obszarów problematycznych, w których jednocześnie brak jest możliwości wykonania pomiaru położenia zwierciadła wód podziemnych. Obszary te zidentyfikowano głównie w rejonie zlewni rzeki Bajerka, w strefie wododziałowej pomiędzy Bajerką i Wisłą oraz w otoczeniu zbiornika Goczałkowickiego.

W ramach kartowania sozologicznego zidentyfikowano ogniska zanieczyszczeń potencjalnie zagrażające wodom podziemnym czwartorzędowego piętra wodonośnego. Wykonano także wstępną ocenę aktualnego stanu chemicznego wód podziemnych czwartorzędowego piętra wodonośnego związanego z zawartością w nich składników biogennych, tj. związków azotu i fosforu (badania skriningowe). W ramach monitoringowych badań skriningowych w granicach analizowanego obszaru opróbowano 44 użytkowane studnie gospodarskie oraz rzekę Wisłę i Bajerkę. Zakres oznaczeń obejmował: temperaturę, pH, PEW, NO₂, NO₃, NH₄, PO₄.

Zawartości związków azotu oraz fosforanów mierzono za pomocą fotometru terenowego F300 firmy Slandi. Badanie miało na celu wstępne określenie stanu chemicznego wód podziemnych oparte na ograniczonym zakresie wskaźników. Otrzymane wartości maksymalne i minimalne zestawiono w tabeli 1. Na podstawie tych wskaźników, przeprowadzono także klasyfikację jakościową badanych wód podziemnych (wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dn. 23 lipca 2008, D.U. Nr 143, poz. 896; fig. 4).

Uzyskane wyniki wykazały, że w zakresie oznaczonych parametrów zdecydowana większość opróbowanych punktów charakteryzuje się wodami o dobrym stanie chemicznym. W przypadku fosforanów w 35 studniach stwierdzono zawartość PO₄ w granicach klasy I. Z punktu widzenia zawartości mineralnych form azotu w badanych wodach podziemnych najmniejszy problem stanowią jony amonowe, których stężenia aż w 41 studniach mieściły się w zakresie I klasy jakości. W przypadku jonów azotynowych ich zawartość w granicach I klasy jakości stwierdzono w 29 studniach, a jonów azotanowych jedynie w 16.

Mimo dominacji punktów opróbowanych wód podziemnych o dobrym stanie chemicznym, widoczne jest dosyć istotne zanieczyszczenie wód azotanami (fig. 4). W 20% badanych punktów stwierdzono wody o zawartości tego związku w zakresie stężeń charakterystycznych dla wód o słabym stanie chemicznym (klasa IV i V). Maksymalne stężenia azotanów osiągały wartość 173 mg/dm³ (tab.1), zaś średnie stężenie wyniosło 28 mg/dm³. Rozkład przestrzenny stwierdzonych

Tabela 1

Wartości ekstremalne i średnie parametrów fizykochemicznych wód podziemnych czwartorzędowego piętra wodonośnego (2010 r.)

Average and extreme values of physical and chemical parameters of groundwater of Quaternary aquifer (in 2010)

Parametr	pH	PEW [ms/cm]	NH ₄ [mg/dm ³]	NO ₃ [mg/dm ³]	NO ₂ [mg/dm ³]	PO ₄ [mg/dm ³]
Wartość minimalna	6,38	0,197	0,00	0,29	0,00	0,02
Wartość maksymalna	7,98	1,413	3,47	173,40	2,81	4,27
Wartość średnia	6,97	0,607	0,26	28,56	0,14	0,37
Odchylenie standardowe	0,37	0,279	0,56	35,67	0,44	0,68

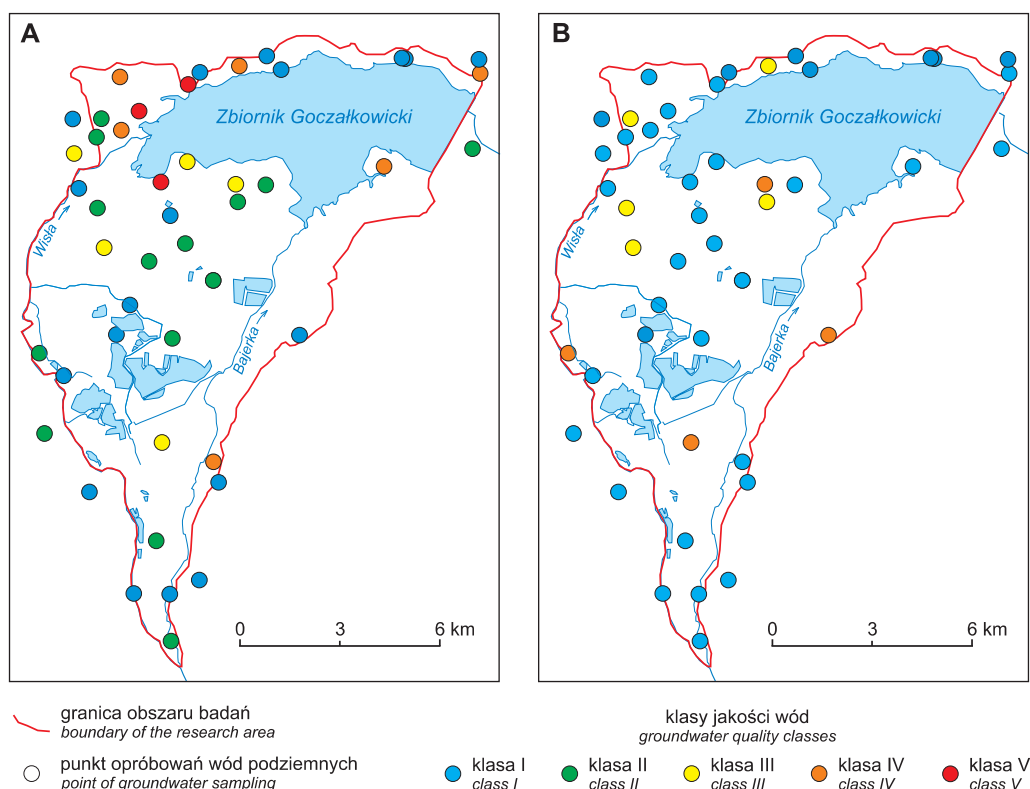


Fig. 5. Klasy jakości wód podziemnych na podstawie zawartości: A – NO₃, B – PO₄

Classes of groundwater quality according to concentrations of: A – NO₃, B – PO₄

klas jakości w odniesieniu do zawartości azotanów, podobnie jak fosforanów jest mozaikowy (fig. 5). Stwierdzone stężenia azotanów wskazują, iż dalsze bardziej szczegółowe badania tego wskaźnika powinny stanowić jeden z najistotniejszych celów planowanego monitoringu operacyjnego, który oparty będzie na planowanej sieci punktów monitoringowych. Przesłanką potwierdzającą ten wniosek jest fakt, iż w latach 60. i 70. XX w. stężenie azotanów wynosiło na tym obszarze od poniżej 1 do maksymalnie 15 mg/dm³ (Chowaniec, Witek, 2000a, b).

Podwyższone zawartości azotanów, należy wiązać przede wszystkim ze słabym stopniem skanalizowania obszaru. Należy mieć na uwadze, iż opróbowano studnie gospodarskie położone są w sąsiedztwie zabudowy, z tego powodu źródła podwyższonych zawartości związków azotu

w wodach podziemnych należy się dopatrywać w ściekach bytowych, stosowanych nawozach oraz w odpadach pochodzących z hodowli. W dwóch punktach, relacja NH₄, NO₂ i NO₃ wskazała na bliskie sąsiedztwo ognisk zanieczyszczeń. Należy dodać, iż w badanych wodach powierzchniowych Wisły i Bajerki zawartość azotanów była niewielka w granicach 4–6 mg/dm³.

W następnym etapie realizacji projektu zostanie przeprowadzona także analiza wpływu charakteru zagospodarowania zlewni na jakość wód podziemnych.

Prace wykonano w ramach projektu POIG 01.01.02-24-078/09, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i dotacji celowej MNiSW.

LITERATURA

- BUŁA Z., JACHOWICZ M., 1996 — The Lower Paleozoic sediments in the Upper Silesian Block. *Kwart. Geol.* **40**, 3: 299–336.
- BUŁA Z., JURA D., 1983 — Litostratygrafia osadów rowu przedgórskiego Karpat w rejonie Śląska Cieszyńskiego. *Zesz. Nauk. AGH.* **9**, 1.
- CHOWANIEC J., WITEK K., 2000a — Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, Arkusz Pszczyna. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CHOWANIEC J., WITEK K., 2000b — Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, Arkusz Skoczów. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- DYREKTYWA 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.
- NESCIERUK P., WÓJCIK A., 1999 — Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski, Arkusz Pszczyna; niepublikowane. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- NOWICKI Z. I INNI, 2009 — Charakterystyka geologiczna i hydrogeologiczna zweryfikowanych JCWPd. Państw. Inst. Geol., Warszawa, www.psh.gov.pl.
- PACZYŃSKI B., SADURSKA A. (red.), 2007 — Hydrogeologia regionalna Polski, Tom I, Wody słodkie. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- RYŁKO W., PAUL Z., 1998 — Objasnienia do mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000, Arkusz Cieszyn. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z dn. 23 lipca 2008 w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych, D.U. Nr 143, poz. 896.

