

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE UTWORÓW TRIASU GÓRNEGO NA OBSZARZE GZWP LUBLINIEC–MYSZKÓW

HYDROGEOLOGY OF THE UPPER TRIASSIC IN THE AREA OF MGWB LUBLINIEC–MYSZKÓW

KRYSTYN RUBIN¹, HANNA RUBIN¹

Abstrakt. Utwory triasu górnego na obszarze monokliny śląsko-krakowskiej wykształcone są przede wszystkim w postaci ilowców i mułowców z wkładkami wapieni i piaskowców. Miąższość tych utworów w północnej części monokliny osiąga około 260 m. Z uwagi na charakter wykształcenia litologicznego w praktyce hydrogeologicznej utwory te były traktowane jako słabo wodonośne, a w kontekście zasobnych zbiorników wód w utworach węglanowych wapienia muszlowego i retu jako izolujący nadkład. Analiza profili litologicznych otworów badawczych oraz dane ze studni odwierconych na obszarze badań pozwoliły wydzielić w profilu triasu górnego 5 horyzontów wodonośnych o ograniczonym zasięgu, związanych z piaskowcami występującymi w stropowych partiach formacji woźnickiej i lisowskiej, wapieniami woźnickimi, brekcją lisowską, piaskowcami trzciniowymi i dolomitem granicznym. Poziomy te mogą pozostawać w łączności hydraulicznej. W artykule przedstawiono charakterystykę warunków hydrogeologicznych triasu górnego na obszarze północnej części monokliny śląsko-krakowskiej na podstawie danych z archiwalnych otworów badawczych oraz własnych badań i obserwacji hydrogeologicznych w studniach i piezometrach.

Słowa kluczowe: warunki hydrogeologiczne, GZWP Lubliniec–Myszków, trias górny.

Abstract. The Upper Triassic formations from the Silesian-Cracow Monocline are composed mainly of claystones and mudstones interbedded by limestones and sandstones. In the north of the monocline, these formations are up to about 260 m thick. From their lithologic characteristics, these would be treated in the hydrogeological practice as low water-bearing capacity rocks, and as a capping aquitard in the context of water-rich aquifers in the Muschelkalk and Roethian carbonate formations. Analysis of lithologies in exploratory wells drilled in the study area allowed separating 5 groundwater horizons in the Upper Triassic, which are connected with the sandstone formations occurring at the top portions of the Woźniki and Lisów formations, Woźniki limestones, Lisów breccia, reed sandstones and boundary dolomite. These aquifers may have hydraulic connections. This contribution presents a characterisation of the hydrogeologic conditions within the Upper Triassic in the north of the Silesian-Cracow Monocline, based on archival data from exploratory wells and own hydrogeologic investigations and observations performed in wells and piezometers.

Key words: hydrogeological conditions, MGWB Lubliniec–Myszków, Upper Triassic.

BUDOWA GEOLOGICZNA

Utwory triasu górnego, które były przedmiotem badań, występują w północnej części monokliny śląsko-krakowskiej. Obszar ten położony jest między Lublińcem na północy, Myszkowem na wschodzie i Tarnowskimi Górami na południu. Według podziału hydrogeologicznego Polski (Kleczkowski, 1990) jest to obszar położony w obrębie głównego zbiornika wód podziemnych Lubliniec–Myszków (fig. 1).

Wykształcenie litologiczne i wiek utworów zalegających na węglanowych osadach wapienia muszlowego były przedmiotem zainteresowania od połowy XIX w. Pierwsze podziały stratygraficzne zostały dokonane przez Roemera (1870). W drugiej połowie XX w. problemem pozycji stratygraficznej tych utworów zajmowali się m.in.: Znosko (1954, 1955), Grodzicka-Szymanko i Orłowska-Zwolińska (1972, 1978), Gąsio-

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

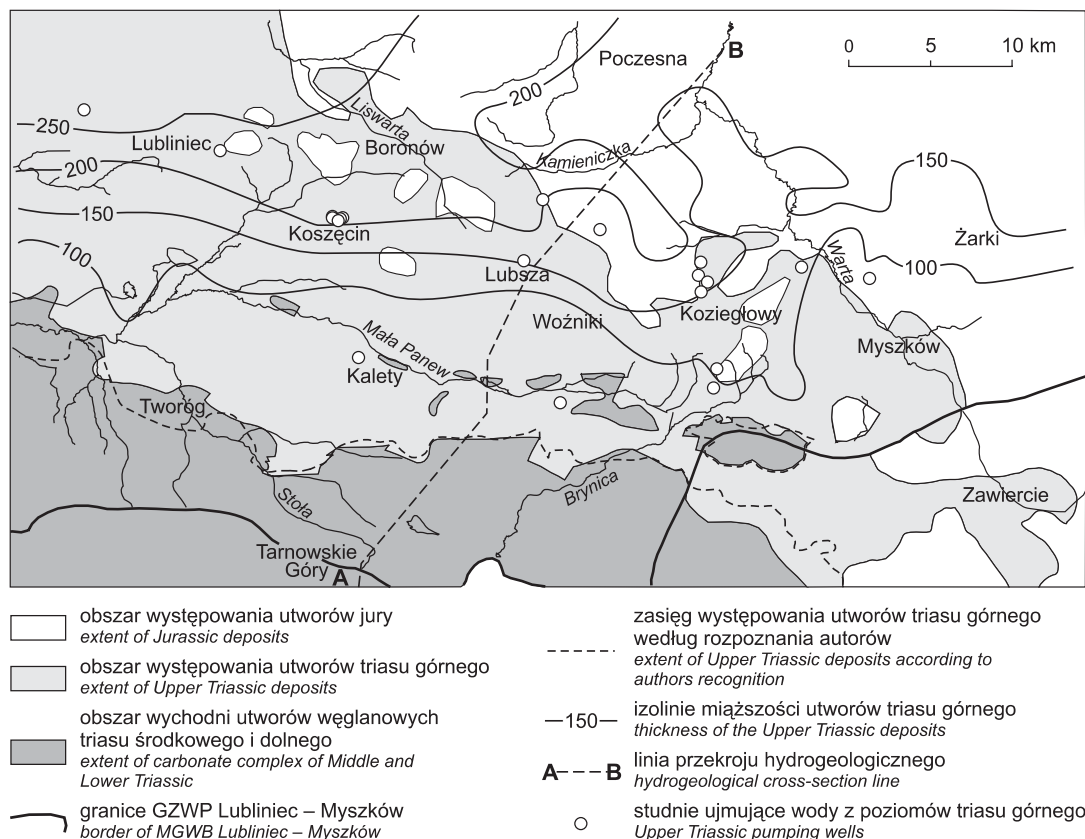


Fig. 1. Mapa sytuacyjna

Location map

rowski (1984) oraz Piekarska (1984). Duży wkład w poznanie litologii i usystematyzowanie stratygrafii tych utworów wniósł Kotlicki, który w swych niepublikowanych pracach (1968, 1995) przedstawił propozycje nowych podziałów stratygraficznych triasu. Zaproponował podział na formacje, nawiązując do podziału Bilana (1976) dokonanego dla triasu olkuskiego i chrzanowskiego. W niniejszej pracy przyjęto podział litostratygraficzny zgodnie z propozycją Kotlickiego (1995).

Najstarszymi formacjami należącymi do karniku są formacje chrzanowska i bolesławska (fig. 2).

Formacja chrzanowska rozpoczyna się dolomitem z Opola (dolomit graniczny). Ogniwo to jest wykształcone w postaci grubo- lub średnioławicowych dolomitów kremowych, niekiedy zbrekcjowanych, występujących w jednej lub kilku ławicach. Skąła jest często porowata i kawernista, a kawerny bywają wypełnione gipsem. Utwory te zalegają niezgodnie i przekraczają na utworach górnego wapienia muszlowego. Miąższość ogniwa jest zmienna, od 1,6 m w Kaletach do 10 m w Lublińcu.

Kolejne ogniwo – margiel z Potempy (dolny kajper gipsowy) – tworzą margle dolomityczne, dolomity ilaste i dolomity oraz ciemnoszare łupki ilaste. Seria charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem litofacjalnym. Obserwuje się występowanie osadów z gipsem i anhydrytem, wyłącznie anhydrytem i bez ewaporatów. Stwierdzone miąższości tej serii na badanym obszarze wahają się od 6 m na południu do 33,8 m w Lublińcu.

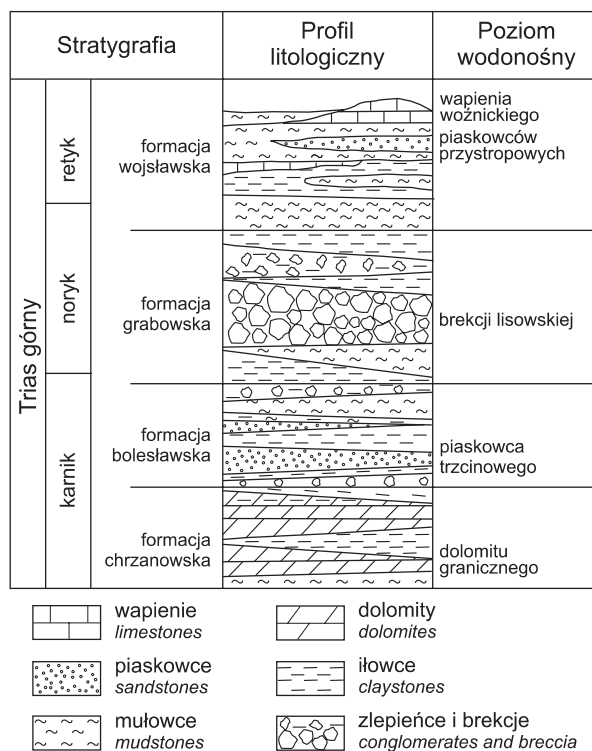


Fig. 2. Schematyczny profil litostratygraficzny triasu górnego

Schematic geological section

Osady formacji bolesławskiej leżą niezgodnie na utworach margla z Potempy. Rozpoczynają się piaskowcami z Piotrowiny, wykształconymi jako pakiet na przemian ułożonych piaskowców oraz mułowców i iłowców z licznym muskowitem i detrytusem roślinnym. Piaskowce wykształcone są jako drobnoziarniste piaskowce szarogłazowe o spoiwie ilastym z domieszką węglanowego. Stwierdzona otworami miąższość serii zmienia się od 18,2 do 43,2 m. Najmłodszym ogniwem formacji bolesławskiej i zarazem karniku jest margiel z Lublińca. Tworzą go iłowce margliste i margle w dolnej partii warstwowane, z wkładkami piaszczysto-mułowcowymi. Maksymalną miąższość tych warstw (99,7 m) stwierdzono w Koszęcinie, natomiast brak ich jest w części południowej obszaru.

W obrębie noryku i retyku zostały wydzielone dwie formacje: grabowska i wojsławska (fig. 2).

Formacja grabowska obejmuje jedno ogniwo – brekcję lisowską. Są to w większości brekcje węglanowo-ilaste o charakterystycznej pstrej, wiśniwozielonkawej barwie. Występują tutaj również iłowce pękające kostkowo oraz iłowce z otoczkami skał węglanowych osiagającymi 25 cm średnicy. W profilu spotykane są również warstwy drobnoziarnistych piaskowców o miąższości od kilkudziesięciu centymetrów do kilkunastu metrów. Utwory tej formacji nie stanowią ciągłej warstwy, gdyż w wielu miejscach uległy późniejszej erozji. Stwierdzone otworami miąższości mieszczą się w przedziale od poniżej 10 do 83,5 m w Lublińcu i 99,5 m w Zawierciu. Na powierzchni odsłaniają się w południowo-wschodniej części obszaru.

Osady formacji wojsławskiej spoczywają niezgodnie na formacji grabowskiej. W dolnej partii wykształcone są jako wiśniowobrazowe iłowce z wkładkami mułowców i piaskowców. Występujące tu zlepienie są podobne do leżącej

niżej brekcji lisowskiej. W wyższych partiach wśród iłów występują wapienie nazywane wapieniami woźnickimi. Cechuje je duże zróżnicowanie litologiczne, dominują jednak wapienie pelityczne, bardzo zwarte i odporne na wietrzenie. Miąższość warstw jest bardzo zmienna i maksymalnie może osiągać 40 m. Wapienie te ciągną się wąską strefą o kierunku SE–NW, od Zawiercia i Poręby na południowym wschodzie po Lubliniec na północnym zachodzie. Szerokość strefy osiąga 20 km, a długość około 70 km.

Przedstawiona charakterystyka litologiczna poszczególnych formacji pokazuje najbardziej typowe wykształcenie osadów triasu górnego na opisywanym obszarze. Jednak analiza zgromadzonych profili litologicznych wskazuje na znaczne zróżnicowanie wykształcenia litologicznego w różnych częściach obszaru. Poszczególne wydzielenia często występują w ograniczonych strefach bądź zmieniają się ich proporcje ilościowe, np. iłowce zastępowane są mułowcami bądź mułowce przechodzą w piaskowce. Tego typu zmiany spowodowane są charakterem środowiska, w którym tworzyły się osady. Przyjmuje się, że są to utwory płytkiego morza okresowo wysychającego, jezior przybrzeżnych i delt rzecznych. Środowisko to dynamicznie się zmieniało, co powoduje duże zróżnicowanie przestrzenne osadów. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na skomplikowanie budowy geologicznej był rozwój procesów erozji, występujących sukcesywnie po etapach sedymentacji, ale z różną intensywnością w poszczególnych strefach obszaru.

Scharakteryzowane utwory zapadają monoklinalnie na NE, gdzie kryją się pod utworami jury (fig. 3). W części północno-wschodniej obszaru strop utworów triasu górnego znajduje się na głębokości około 470 m, a spąg – 670 m. Miąższość ich wzrasta w kierunku północnym, osiagając w rejonie Boronów–Lubliniec 230–260 m (fig. 1).

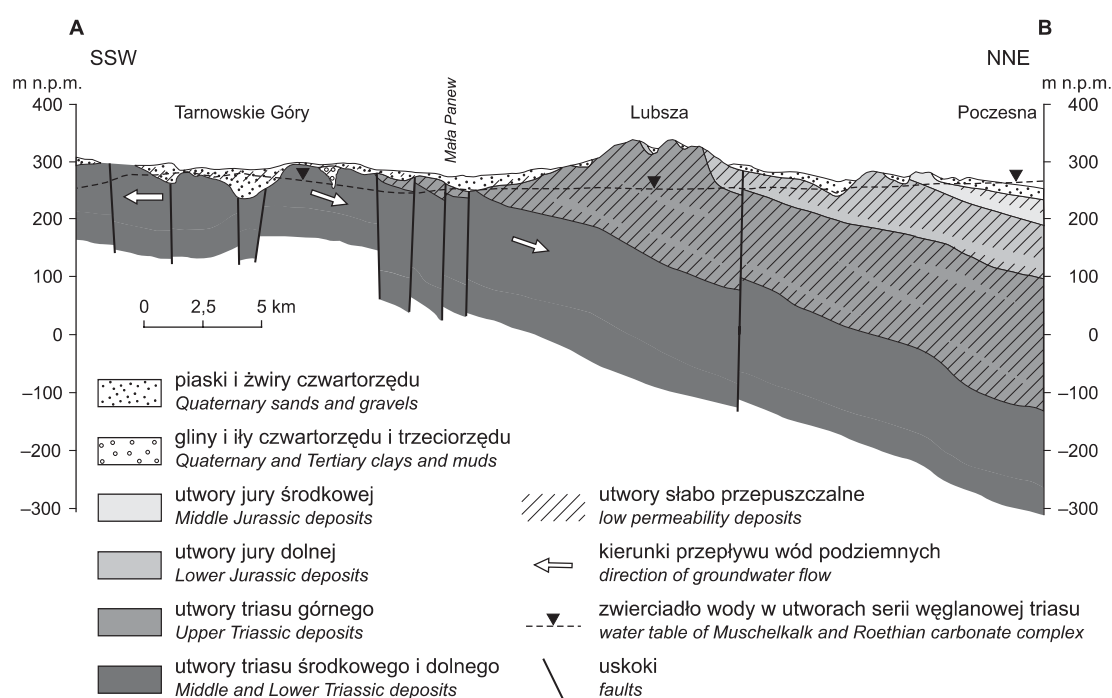
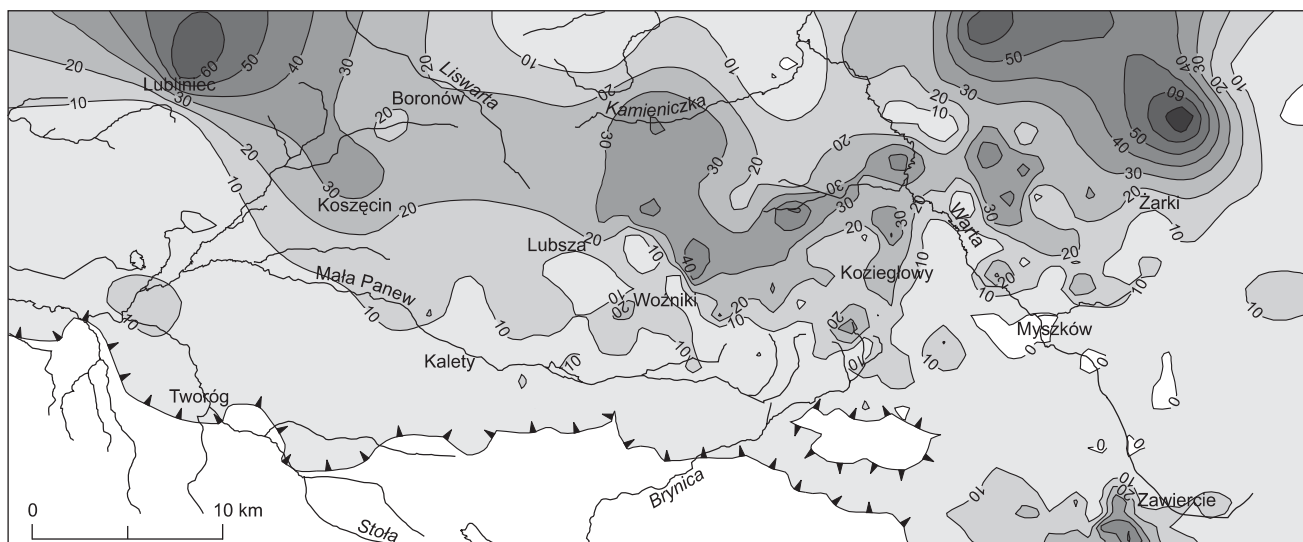


Fig. 3. Przekrój hydrogeologiczny
Hydrogeological cross-section

MODEL LITOLOGICZNO-STRUKTURALNY

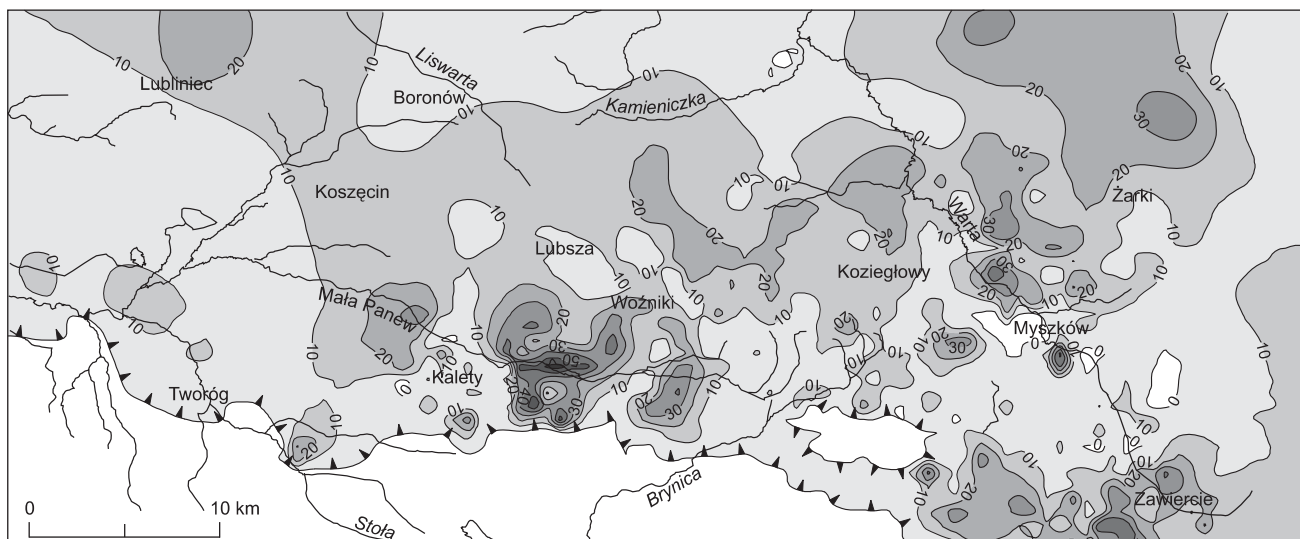
Charakterystyka tego typu środowiska pod kątem warunków hydrogeologicznych jest niezwykle trudna. Podstawowym problemem jest ustalenie, które strefy są wodonośne lub potencjalnie mogą prowadzić wodę oraz jaki jest przestrzenny zasięg ich występowania. Drugim problemem jest

określenie dróg krążenia wód, stref zasilania i drenażu oraz kontaktów hydraulicznych pomiędzy poszczególnymi horyzontami wodonośnymi. Podstawą do wnioskowania hydrogeologicznego musi być jak najdokładniejsze opracowanie budowy strukturalnej obszaru.



80 70 60 50 40 30 20 10 0 [m]

sumaryczna miąższość warstw przepuszczalnych utworów triasu górnego
thickness of permeable beds of Upper Triassic sediments



80 70 60 50 40 30 20 10 0 [%]

miąższość warstw przepuszczalnych w stosunku do całkowitej miąższości utworów triasu górnego
thickness of permeable beds in relation to total thickness of Upper Triassic sediments

zasięg występowania utworów triasu górnego według rozpoznania autorów
extent of Upper Triassic deposits according to authors recognition

Fig. 4. Zmienność występowania utworów przepuszczalnych w profilu triasu górnego

Occurrence variability of permeable sediments in the Upper Triassic section

Do opracowania modelu litologiczno-strukturalnego utworów triasu górnego niezbędna była szczegółowa analiza profili otworów badawczych i studni wykonanych na charakteryzowanym obszarze. Większość danych pochodziła z dokumentacji otworów wykonanych w ramach projektów i programów poszukiwania rud cynku i ołowiu, prowadzonych od lat 50. do 90. XX w., których efektem było wykonanie na tym obszarze ok. 1000 otworów badawczych. Analizie poddano również profile innych otworów badawczych, w tym głębokich otworów wykonanych dla Państwowego Instytutu Geologicznego, oraz studni eksploatacyjnych ujmujących wodę zarówno z utworów triasu górnego, jak i kompleksu wodonośnego serii węglanowej triasu. Ze zgromadzonego zbioru profili do opracowania modelu litologiczno-strukturalnego wybrano te, które posiadały w miarę dokładny opis litologiczny i dane do ich lokalizacji. Łącznie opracowano 746 profili otworów. Z uwagi na fakt, że opisy litologiczne przewierczanych warstw znacznie się różniły, dla potrzeb obróbki statystycznej przeprowadzono schematyzację wydzieleni, wprowadzając podział na następujące utwory: piasek, żwir, ił, zwietrzelnina, iłowiec, mułowiec, piaskowiec, piaskowiec trzciniowy, zlepieniec, wapień i dolomit. Biorąc pod

uwagę zdolności skał do przewodzenia wody, wydzielenia te podzielono na dwie grupy – przepuszczalne (mogące przewodzić wodę) oraz bardzo słabo i nieprzepuszczalne (Dowgiałło i in., red., 2002). Do grupy utworów przepuszczalnych zaliczono: piasek, żwir, zwietrzelninę, piaskowce, zlepieniec oraz wapień i dolomit. Pozostałe utwory uznano za praktycznie nieprzepuszczalne.

W każdym analizowanym profilu litologicznym wydzielono warstwy według podanego schematu oraz obliczono sumaryczną miąższość utworów przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych. Dodatkowo określono procentowy udział utworów przepuszczalnych w całkowitej miąższości przewierczonych utworów triasu górnego (fig. 4). Te podstawowe obliczenia statystyczne miały na celu zidentyfikowanie w masywie utworów triasu górnego stref o potencjalnie dobrej i słabej przepuszczalności. Mapy wykonane za pomocą programu Surfer pozwalają stwierdzić, że strefy występowania przepuszczalnych utworów triasu górnego znajdują się głównie w południowych częściach obszaru, co związane jest przede wszystkim z utworami formacji grabowskiej i wojsławskiej.

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Stworzony model litologiczno-strukturalny, uwzględniający strefy występowania utworów mogących potencjalnie gromadzić i przewodzić wodę, pozwolił na wydzielenie 5 poziomów wodonośnych występujących w utworach triasu górnego (fig. 2). Występowanie poziomów wodonośnych, określone na podstawie modelu, zostało zweryfikowane na podstawie wyników obserwacji hydrogeologicznych w studniach oraz w otworach badawczych.

Poziom wodonośny piaskowców przystropowych związany jest z drobnoziarnistymi, częściowo spękanymi piaskowcami zalegającymi w stropowych partiach formacji grabowskiej i wojsławskiej. Jest to poziom występujący płytko, na głębokości od kilku do dwudziestu kilku metrów. Piaskowce mogą tworzyć jednolite ławice bądź występować w postaci cienkich przewarstwień w mułowcach lub iłowcach. Miąższość piaskowców w profilach studni eksploatacyjnych waha się od 4,5 do 10,5 m. Poziom wodonośny ma charakter szczelinowo-porowy, zwierciadło wód jest swobodne lub słabo napięte. Najwyższe wartości ciśnienia stwierdzono w studni w Lubockich (0,2 MPa). Współczynnik filtracji waha się od $2,5 \times 10^{-5}$ do $1,64 \times 10^{-4}$ m/s. Wydajności eksploatacyjne studni ujmujących ten poziom wynoszą od 0,4 do 15,0 m³/h. Poziom ten jest zasilany bezpośrednio na wychodniach lub poprzez wyżej leżące poziomy czwartorzędowe.

Poziom wodonośny wapieni woźnickich występuje w wapieniach zaliczanych do formacji wojsławskiej. Wapień te charakteryzują się zmiennością litologiczną oraz zmiennością teksturalną, co powoduje zróżnicowanie warunków hydrogeologicznych. Generalnie można jednak stwierdzić,

że stanowią one dobry kolektor wód. Ponad połowa studni wierconych eksploatujących wody z utworów triasu górnego ujmuje poziom wapieni woźnickich. W rejonie Koszęcina oraz Lubszy Śląskiej i Psar znajdują się również liczne studnie gospodarcze ujmujące ten poziom, występujący płytko w tym rejonie. Poziom wapieni woźnickich ma charakter szczelinowo-krasowo-porowy, jego zwierciadło jest swobodne lub słabo napięte i układa się na głębokości od 1 do 17,5 m, średnio około 5 m. Największe wartości ciśnienia stwierdzono w studni w Koziegłowach, gdzie różnica pomiędzy położeniem zwierciadła nawierconego i ustalonego wynosi 8,7 m. Współczynnik filtracji mieści się w granicach $8,47 \times 10^{-6}$ do $1,32 \times 10^{-4}$ m/s, wydajność eksploatacyjna pojedynczej studni wynosi od 0,2 do 14,5 m³/h.

Poziom wodonośny brekcji lisowskiej związany jest z piaskowcami oraz zlepieńcami i brekcjami węglanowo-ilasnymi występującymi w formacji grabowskiej. Miąższość tych warstw waha się od 1 do około 10 m, a głębokość zalegania od około 40 do ponad 180 m. Na charakteryzowanym obszarze brak jest studni ujmujących ten poziom. Można jedynie odnotować, że woda w tych utworach została stwierdzona w kilku otworach badawczych na głębokości od 45 do 60 m. W otworach tych nie wykonywano badań parametrów hydrogeologicznych.

Poziom wodonośny piaskowca trzciniowego związany jest z charakterystycznymi drobnoziarnistymi piaskowcami szarogłazowymi, często ze szczątkami detrytusu roślinnego, należącymi do formacji bolesławskiej. Sumaryczna miąższość wkładek piaskowcowych wynosi maksymalnie 16 m.

Poziom ten może składać się z jednej do pięciu warstw. W zależności od wzajemnego położenia oraz od zaangażowania tektonicznego mogą one stanowić oddzielne lub pozostające w łączności hydraulicznej horyzonty wodonośne. Z uwagi na fakt, że warstwy te występują często w spagowych partiach profilu triasu górnego, mogą również pozostawać w łączności hydraulicznej z poziomem wodonośnym wapienia muszlowego. W wierceniach badawczych i studziennych stwierdzono występowanie tego poziomu w Lublińcu, Boronowie, Drutarni i Kaletach. W otworach badawczych nie wykonywano badań parametrów hydrogeologicznych, zaobserwowano jedynie wartości ciśnień piezometrycznych w warstwach wodonośnych. Wyniki pomiarów wykazują że wartości naporu zwiększają się z południa (0,04 MPa w Kaletach) na północ (2,14 MPa w Boronowie). Natomiast położenie ustabilizowanego zwierciadła wody obniża się w kierunku północnym, w Kaletach wynosiło 262 m n.p.m., w Drutarni 255,9 m n.p.m., a w Boronowie 253,4 m n.p.m. Wartości ciśnień oraz położenie ustabilizowanego zwierciadła wody są odmienne zarówno od innych poziomów triasu górnego, jak i poziomu serii węglanowej triasu. Może to świadczyć o braku lub utrudnionym kontakcie hydraulicznym z sąsiednimi horyzontami wodonośnymi.

Poziom wodonośny dolomitu granicznego występuje w skawernowanych dolomitach i piaskowcach zalegających w spagu formacji chrzanowskiej. Rozpoznanie tego pozo-

mu jest bardzo słabe z uwagi na brak danych hydrogeologicznych z otworów badawczych, a na omawianym obszarze nie ma prawdopodobnie studni eksploatujących ten poziom. Analiza profili otworów studziennych ujmujących wody głębszych poziomów wodonośnych i otworów badawczych wskazuje, że poziom ten nawiercono w Lublińcu, Koszęcinie i Kaletach, na głębokościach odpowiednio 264,5; 207,3 i 63,5 m. Ciśnienia wody wynoszą od 0,51 MPa w Kaletach do 2,11 MPa w Lublińcu, a zwierciadło wody stabilizuje się na rzędnych 259 i 258,26 m n.p.m. Porównanie wartości ciśnień występujących w sąsiednich poziomach wodonośnych wskazuje, że poziom dolomitu granicznego może pozostawać w kontakcie hydraulicznym z niżej leżącym poziomem serii węglanowej triasu.

Na terenie objętym badaniami zlokalizowano 21 studni ujmujących wody z poziomów wodonośnych triasu górnego, najczęściej z formacji grabowskiej i wojsławskiej. Spośród nich 7 studni jest eksploatowanych stale bądź okresowo. Pozostałe studnie albo nie zostały uzbrojone i włączone do eksploatacji, albo zostały wyłączone z uwagi na zaopatrzenie odbiorców z wodociągu zbiorczego opartego na innych, bardziej wydajnych studniach. Czynne studnie służą niewielkim obiektom – szkoły, piekarnia, warsztat mechaniczny, ośrodek zdrowia itp. Największą wydajność eksploatacyjną, 15 m³/h, ma studnia w Lubockiem, zaopatrująca wieś i szkołę.

CHEMIZM, SKŁAD IZOTOPOWY I JAKOŚĆ WÓD

Charakterystykę chemizmu wód wykonano na podstawie wyników jednokrotnego opróbowania obejmującego 26 elementów fizycznych i chemicznych, z czego 3 oznaczano bezpośrednio w terenie. Do opróbowania zostały wytypowane studnie pracujące i niepracujące, ale znajdujące się w stanie technicznym umożliwiającym pobór próbek wody zgodny z wymogami monitoringu. Wybrano 8 studni spośród 21

znajdujących się na terenie badań. Cztery studnie ujmowały wodę z poziomu wapienia woźnickiego i cztery z poziomu piaskowców przystropowych, a ich głębokość wynosiła od 15 do 30 m. W większości studni zwierciadło wód miało charakter napięty.

Skład chemiczny wód z opróbowanych studni jest zróżnicowany. Stężenia substancji rozpuszczonych wahają się w za-

Tabela 1

Skład izotopowy badanych wód
Isotopic composition of groundwater

Lokalizacja	Wykształcenie litologiczne warstwy wodonośnej	Strop – spąg warstwy wodonośnej [m]	$\delta^{18}\text{O}$ [‰] V-SMOW	$\delta^2\text{H}$ [‰] V-SMOW	Tryt [TU]	$\delta^{13}\text{C}$ [‰] V-PDB	^{14}C [pMC]
Czarny Las	piaskowce	19,0–23,0	–9,83	–67,6–66,8	10,6±0,7	–18,7	102±1,5
Lgota Górna	piaskowce	8,0–18,5	–9,46	–67,6	8,0±0,5	–16,5	102±2,5
Lubockie	piaskowce	10,0–16,0 23,0–28,0	–9,95	–69,7–70,5	12,2±0,6	–16,9	65±2,5
Koszęcin	wapienie	1,8–7,5 18,0–25,0	–9,8	–66,4–67,2	8,7±0,6	–16,2	97±1,0
Koziegłowy	wapienie	6,5–15,0	–9,71	–66,7–67,1	10,3±0,6	–15,6	80±1,0
Lubsza Śląska	wapienie	1,0–13,0	–9,77	–69,8	8,3±0,5	–15,2	2,5±0,5
Markowice	wapienie	21,0–26,5	–10,2	–72,9	10,5±0,6	–12,8	45±2,0

kresie 207,5–665,7 mg/l, wapnia 53,4–164,39 mg/l, magnezu 2,9–29,6 mg/l, sodu 3,78–38,4 mg/l, potasu 1,06–17,56 mg/l, chlorków 12,2–64,5 mg/l, siarczanów 27,1–94,45 mg/l, azotanów 0,0–78,0 mg/l, cynku 0,0–0,491 mg/l, strontu 0,049–0,9 mg/l oraz boru <0,05–0,081 mg/l i baru <0,02–0,52 mg/l. Porównując skład chemiczny wód z wapieni i piaskowców, można zauważyć wyraźne różnice. Wody pochodzące z wapieni są typu $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ lub $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$, natomiast wody z piaskowców wykazują większe zróżnicowanie składu chemicznego, gdyż oprócz jonów HCO_3 , Ca i Mg o typie hydrochemicznym decyduje również jon SO_4 . Jedne i drugie wody są wodami słodkimi, przy czym mineralizacja wód z wapieni jest dwukrotnie wyższa niż w piaskowcach i wynosi średnio około 600 mg/l. Wyższa mineralizacja jest powodowana dwukrotnie wyższymi wartościami stężeń wodorowęglanów i wapnia, a ponadto wyższymi stężeniami siarczanów, chlorków i magnezu. Porównując stężenia pozostałych składników, stwierdzono w wodach z piaskowców wyższe stężenia żelaza, manganu, baru i cynku, natomiast niższe stężenia strontu.

Jakość wód określono porównując ich skład fizykochemiczny z dopuszczalnymi wartościami stężeń w wodach przeznaczonych do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2007, Nr 61, poz. 417). Większość oznaczonych elementów wykazuje stę-

żenia niższe od dopuszczalnych. Jednak w dwóch studniach przekroczone były dopuszczalne stężenia żelaza i manganu, a w dwóch innych stężenia azotanów. Najwyższe wartości azotanów (78 mg/l) stwierdzono w wodach studni w Lubszy Śląskiej.

Dla wód z 7 studni wykonano również badania składu izotopowego w celu ustalenia ich wieku. W wodach określono stężenia $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$, trytu, $\delta^{13}\text{C}$ i ^{14}C (tab. 1). Wyniki badań izotopowych wód z wybranych studni wskazują, że wody te były zasilane opadami w holocenie. Stężenia trytu sugerują znaczny udział w zasilaniu wodami infiltrującymi po roku 1952, potwierdzając tę obserwację wysokie stężenia ^{14}C w studniach w Koszęcinie, Czarnym Lesie, Koziegłowach i Lgocie Górnej. Wody ze studni w Markowicach i Luboczek stanowią mieszaninę wody infiltrującej po roku 1952 oraz starszej wody holocenijskiej. Trudne do wytłumaczenia są wyniki uzyskane dla wód ze studni w Lubszy, gdzie wysoka zawartość trytu wskazuje na znaczny udział wody współczesnej, a bardzo niska zawartość ^{14}C sugeruje zasilanie w okresie glacialnym.

Badania zostały sfinansowane ze środków budżetowych na naukę w latach 2004–2008 jako projekt badawczy nr 4 T 12B 006 27.

LITERATURA

- BILAN W., 1976 – Stratygrafia górnego triasu wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Zesz. Nauk. AGH*, 3: 4–73.
- DOWGIAŁŁO J., KLECZKOWSKI A.S., MACIOSZCZYK T., RÓŻKOWSKI A. (red.), 2002 – Słownik hydrogeologiczny. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DZIENNIK USTAW Nr 61, poz. 417, 2007 – Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
- GĄSIOROWSKI S.M., 1984 – Zarys historii wapienia woźnickiego. *Prz. Geol.*, 32, 4: 229–230.
- GRODZICKA-SZYMANKO W., 1978 – Trias górny. Poszukiwanie rud cynku i ołowiu na obszarze śląsko-krakowskim. *Pr. Inst. Geol.*, 83: 105–110.
- GRODZICKA-SZYMANKO W., ORŁOWSKA-ZWOLIŃSKA T., 1972 – Stratygrafia górnego triasu na NE części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Kwart. Geol.*, 16, 1: 216–231.
- KLECZKOWSKI A.S., 1990 – Objasnienia do mapy obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1: 500 000. AGH, Kraków.
- KOTLICKI S., 1968 – Opracowanie stratygrafii i wykształcenie triasu górnego w okolicach Lublińca i Woźnik. CAG Państw. Inst. Geol., Oddz. Górnośląski, Sosnowiec.
- KOTLICKI S., 1995 – Badania nad litostratygrafią triasu Górnego Śląska. CAG Państw. Inst. Geol., Oddz. Górnośląski, Sosnowiec.
- PIEKARSKA E., 1984 – Strefy mikrofacjalne wapienia woźnickiego. *Prz. Geol.*, 32, 4: 230–231.
- ROEMER F., 1870 – Geologie von Oberschlesien. Breslau.
- ZNOSKO J., 1954 – Uwagi o wieku brekcji lisowskiej. *Rocz. Tow. Geol.*, 22, 4.
- ZNOSKO J., 1955 – Retyk i lias między Krakowem a Wieluniem. *Pr. Inst. Geol.*, 14.

SUMMARY

The Upper Triassic formations located in the northern part of the Silesian-Cracow Monocline are treated as slightly aqueous and isolating to the underlying Muschelkalk and Roethian aquifers (MGWB Lubliniec–Myszków). The formations are very diverse in terms of lithology dominated by mudstones and claystones with limestone, marl, dolomite and sandstone interlayers. Because of the conditions of their

formation, it is very difficult to determine any lithological regularities and ranges of individual formations. Since the mid-19th century, there have been performed trials to establish the succession's stratigraphy. The stratigraphic scheme proposed by Kotlicki (1995), which is based on lithological and facies criteria, has been adopted in this work. The scheme shows the Chrzanowska Formation and Bo-

lesławska Formation within the Carnian, and the Grabowska Formation and Wojsławska Formation within the Norian and Rhaetian. The formations are divided into lower order units – members and beds that include stratigraphic units of similar lithological character.

Analysis of lithology of beds and hydrogeological data from water intake wells extracting water from the Upper Triassic aquifers of the area shows that the formations cannot be treated as aquifuges. A lithological-structure model of the area was performed based on 746 exploratory boreholes. It allowed producing a special map of occurrence of aquiferous or potentially aquiferous zones. The analysis revealed the presence of 5 aquifers: the Top Sandstones, Woźniki Limestones, Lisów Conglomerate-Breccia, Reed Sandstone and Boundary Dolomite. The two uppermost aquifers, located

in the Top Sandstones and Woźniki Limestones deposited at a depth of up to several tens of metres, are exploited. There are currently 7 water intake wells in service within the area. The water table is unconfined or slightly confined – the maximum head affirmed in the wells is from 8.7 to 20.2 m. The Top Sandstones' hydraulic conductivity ranges from 2.5×10^{-5} m/s to 1.64×10^{-4} m/s, whereas the Woźniki Limestones' hydraulic conductivity is from 8.47×10^{-6} m/s to 1.32×10^{-4} m/s. The physicochemical composition of water differs from aquifer to aquifer. Water taken from the Woźniki Limestones is $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ or $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ type whereas the Top Sandstones' water type also contains SO_4 ion. Concentrations of the environmental isotopes show that the waters are young, recharged mostly after the year 1952, and only part of them is a mixture with older Holocene water bodies.