

REJONIZACJA HYDROGEOLOGICZNA I HYDRODYNAMIKA WÓD PODZIEMNYCH PIERWSZEGO POZIOMU WODONOŚNEGO W DOLINIE ŁYNY I NA OBSZARACH PRZYLEGLYCH

HYDROGEOLOGICAL DIVISION AND HYDRODYNAMICS OF GROUNDWATER OF THE FIRST AQUIFER IN THE ŁYNA RIVER VALLEY AND ADJACENT AREAS

RAFAŁ WARUMZER¹

Abstrakt. Rozpoznanie warunków występowania pierwszego poziomu wodonośnego (PPW) oraz określenie jego hydrodynamiki było związane z opracowaniem arkusza Dobre Miasto *Mapy Hydrogeologicznej Polski* w skali 1:50 000. Prace związane z rozpoznaniem PPW zostały wykonane w 2017 r. Na terenie doliny Łyny i otaczających ją obszarach wyróżniono siedem jednostek hydrogeologicznych, które mimo różnic wynikających na przykład z typu poziomu PPW (podrzędny, główny), tworzą jeden spójny system krążenia wód podziemnych PPW, związany wyłącznie z osadami czwartorzędowymi.

Słowa kluczowe: pierwszy poziom wodonośny, hydrodynamika wód podziemnych, system krążenia wód podziemnych, dolina Łyny.

Abstract. Identification of hydrogeological conditions and the occurrence and hydrodynamics of the first aquifer was made as part of mapping in the Dobre Miasto sheet of the *Hydrogeological Map of Poland* 1:50 000. Field investigations related to the identification of the first aquifer were performed in 2017. In the Łyna River valley and neighbouring terrains, seven hydrogeological units have been recognized. Despite differences, they are related to various types of the first aquifer. All of them consist of groundwater circulation systems in the Quaternary strata, according to the lithology and topography of the study area.

Key words: the first aquifer, groundwater hydrodynamics, groundwater circulation, Łyna River valley.

WSTĘP

Zakres niniejszego artykułu stanowi résumé całości wykonanych prac terenowych związanych z kartowaniem hydrogeologicznym oraz oryginalnej, przeprowadzonej przez autora artykułu, interpretacji warunków występowania i hydrodynamiki wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego (PPW) w obrębie doliny Łyny i obszarów przyległych w ramach opracowywania arkusza Dobre Miasto *Mapy Hydrogeologicznej Polski* (MHP) w skali 1:50 000. Wykonanie bazy danych GIS „Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 – pierwszy poziom wodonośny, występowanie i hydrodynamika, arkusz Dobre Miasto” stanowi uzupełnienie obrazu występowania wód podziemnych na

tym obszarze prezentowanego na *Mapie Hydrogeologicznej Polski* w skali 1:50 000 z 2004 r. (Lidzbarski, 2004). Prace wykonano zgodnie z „Programem prac...” (Herbich, 2007). Zakres prac terenowych obejmował zarówno szczegółowe kartowanie hydrogeologiczne oparte na pomiarach poziomu wód podziemnych w punktach dokumentacyjnych, w których skład wchodziły studnie wiercone, studnie kopane, piezometry oraz obserwacje i pomiary źródeł, jak i odwiercenie płytkich sond penetracyjnych. Na potrzeby artykułu na [figurze 1](#) przedstawiono jedynie wybrane punkty dokumentacyjne, przez które poprowadzono przekrój hydrogeologiczny A–B. Zaprezentowano na nim prawie wszystkie wydzielone jednostki hydrogeologiczne (prócz jednostki nr VI). Wykonane pomiary pozwoliły przedstawić hydrodynamikę PPW

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: rwar@pgi.gov.pl.

w postaci hydroizohips, które kontynuują się na arkuszach sąsiednich, wykonywanych równocześnie w pasie równoleżnikowym. Punkty pomiarowe, dokumentujące położenie zwierciadła PPW, zostały rozmieszczone w miarę możliwości równomiernie z uwzględnieniem różnorodnych warunków geologicznych i geomorfologicznych występujących na obszarze omawianego arkusza. Regionalizację hydrogeologiczną pod kątem przynależności do strefy hydrogeomorfologicznej przeprowadzono na podstawie wydzielenia zamieszczonych na arkuszu *Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski* w skali 1:50 000 (Rumiński, 1999). Litologię osadów PPW określono głównie przez analizę profili geologicznych studni wierconych i wyników terenowych badań *in situ* nawierconych osadów w sondach penetracyjnych.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Analizowany obszar administracyjnie jest zlokalizowany na terenie województwa warmińsko-mazurskiego, w powiecie olsztyńskim oraz na niewielkim fragmencie powiatu lidzbarskiego. Pod względem fizycznogeograficznym jest położony w całości w obrębie Pojezierza Olsztyńskiego (Kondracki, 2011). Zgodnie z podziałem regionalnym zwykłych wód podziemnych Polski (Paczyński, Sadurski, 2007) omawiany obszar zaliczono do prowincji Wisły i znajduje się głównie w obrębie regionu Narwi, Pregoly i Niemna (RNPN), natomiast na niewielkim fragmencie arkusza – w zachodniej oraz południowo-zachodniej części – znajduje się w regionie dolnej Wisły (RDW), subregionie Zalewu Wiślanego (SZW). Ukształtowanie powierzchni terenu jest urozmaicone na skutek obecności licznych form polodowcowych. Teren obniża się z południowego zachodu w kierunku północno-wschodnim. Deniwelacje przekraczają 100 m, najwyższy punkt na obszarze arkusza znajduje się w okolicy miejscowości Łomy (189,1 m n.p.m.), najniższy natomiast (ok. 71 m n.p.m.) w dolinie Łyny, przy północnej granicy arkusza MHP.

WARUNKI WYSTĘPOWANIA PIERWSZEGO POZIOMU WODONOŚNEGO (PPW)

Na rejonizację PPW na obszarze arkusza decydujący wpływ miało położenie geomorfologiczne (strefa hydrogeomorfologiczna), stosunek PPW do głównego użytkowego poziomu wodonośnego oraz stratygrafia i litologia utworów. Na potrzeby niniejszego artykułu scharakteryzowano i wydzielono siedem jednostek hydrogeologicznych tworzących spójny obraz PPW. Poziom ten stanowią osady czwartorzędu (tab. 1).

Największą obszarowo jednostką jest jednostka nr I, występująca po obu stronach doliny Łyny i mająca przebieg południkowy (fig. 1). Związana jest ona z rozległą wysoczyzną morenową – formą krajobrazu dominującą na obszarze Pojezierza Olsztyńskiego. Poziom wodonośny, będący podrzędnym w stosunku do głównego użytkowego poziomu

wodonośnego, stwierdzono w zawodnionych pospółkach liniastych. Poziom ten tworzą nieciągłe, zawodnione soczewki, ujmowane głównie studniami kopanymi (fig. 3). Takie warunki są charakterystyczne dla tzw. zróżnicowanych warunków występowania. Oznacza to brak ciągłej warstwy wodonośnej, zróżnicowane rzędne zwierciadła wód podziemnych oraz brak więzi hydraulicznej ujmowanych warstw wodonośnych.

Jednostki nr II oraz III należą pod względem geomorfologicznym do równiny sandrowej, która na większości obszaru tworzy otulinę doliny Łyny. Główną różnicą pomiędzy obiema jednostkami jest stosunek PPW do głównego użytkowego poziomu wodonośnego. W jednostce nr II PPW jest równocześnie głównym poziomem wodonośnym, natomiast w jednostce nr III jest on podrzędny (fig. 3). Różnica między obiema jednostkami dotyczy również litologii osadów, które tworzą warstwę wodonośną. Odnosi się to głównie do granulacji osadów – w przypadku jednostki nr II są to piaski różnoziarniste, a w jednostce nr III – paski drobnoziarniste. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny. Obie jednostki są udokumentowane licznymi punktami pomiarowymi, zarówno studniami wierconymi (jak np. w Dobrym Mieście, Barkwedzie), studniami kopanymi (np. w Starym Dworze) oraz piezometrami (np. w Dobrym Mieście i Barcikowie). Ponadto skartowane w terenie liczne źródła, stanowiące naturalne wypływy wód podziemnych, zlokalizowane są w obrębie jednostek sandrowych. Są one strefami drenażu PPW (fig. 2).

Centralną częścią analizowanego obszaru jest wcięta w równinę sandrową oraz wysoczyznę morenową dolina rzeki Łyny, która jest główną osią hydrograficzną w obrębie arkusza MHP. Sama dolina rzeki jest wąską formą morfologiczną, wypełnioną przede wszystkim organicznymi osadami holoceniowymi. Jest ona jednocześnie jednostką PPW dwóch typów – podrzędną i główną. Zarówno w jednostce nr IV, jak i nr V warstwa wodonośna jest zbudowana z osadów pylastych, namulów i torfów. W przypadku jednostek sandrowych również tu głównym parametrem rozróżniającym obie jednostki dolinne jest stosunek PPW do głównego użytkowego poziomu wodonośnego. Jednostka nr IV jest wcięta w piaszczyste osady wodnolodowcowe poziomu międzymorenowego i stanowi razem z nim wspólną warstwę wodonośną, będącą głównym źródłem zaopatrzenia w wodę pitną mieszkańców. Dolina stanowiąca jednostkę nr V w spągu warstwy ma glinę w południowej części obszaru oraz mułki w północnej części, przez co PPW ma charakter podrzędny. W obydwu przypadkach zwierciadło wody podziemnej ma charakter swobodny. Warunki występowania wód podziemnych w obrębie doliny Łyny (jednostki nr IV i V) przedstawiono na figurze 3.

Fragmentarycznie w obrębie analizowanego obszaru, w zagłębieniach terenu powstałych po wytopieniu brył martwego lodu, występują torfowiska niskie. W ich granicy wyznaczono jednostkę hydrogeologiczną PPW nr VI otoczoną zarówno wysoczyzną morenową, jak i równiną sandrową.

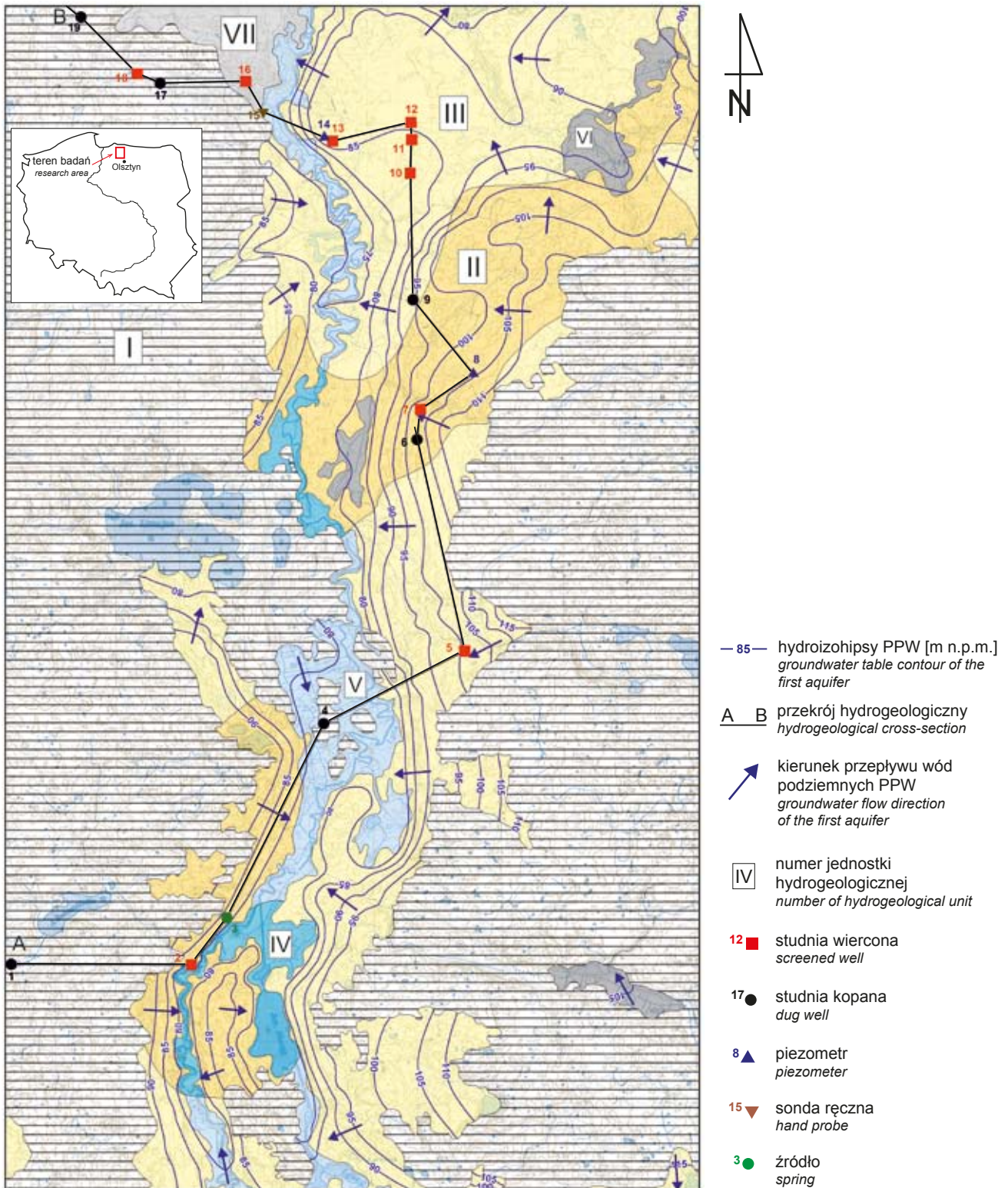


Fig. 1. Wycinek mapy zbiorczej pierwszego poziomu wodonośnego (PPW) – występowanie i hydrodynamika w skali 1:50 000 – ark. Dobre Miasto (Szelewicka, Warumzer, 2018; zmienione)

A section of the first aquifer map – occurrence and hydrodynamics on a 1:50 000 scale, Dobre Miasto sheet (Szelewicka, Warumzer, 2018, modified)

Tabela 1

Wykaz i charakterystyka jednostek hydrogeologicznych pierwszego poziomu wodonośnego (PPW)

List and characteristics of the hydrogeological units of the first aquifer

Numer jednostki	Litologia warstwy wodonośnej	Strefa hydrogeomorfologiczna	Typ poziomu PPW	Charakter zwierciadła PPW	Stratygrafia PPW
I	pospółki gliniaste	wysoczyzna morenowa	podrzędny	zróżnicowane warunki występowania	czwartorzęd
II	piaski różnoziarniste	równina sandrowa	główny	swobodne	czwartorzęd
III	piaski drobnoziarniste	równina sandrowa	podrzędny	swobodne	czwartorzęd
IV	torfy	dolina	główny	swobodne	czwartorzęd
V	torfy	dolina	podrzędny	swobodne	czwartorzęd
VI	torfy	równina torfowa	podrzędny	swobodne	czwartorzęd
VII	piaski drobnoziarniste	równina zastoiskowa	podrzędny	zróżnicowane warunki występowania	czwartorzęd

Pierwszy poziom wodonośny ma tu charakter podrzędny w stosunku do głównego użytkowego poziomu. Swobodne zwierciadło wody charakteryzuje się niewielkim spadkiem.

Ostatnią i zarazem najmniejszą wyodrębnioną jednostką hydrogeologiczną PPW na analizowanym terenie jest jednostka nr VII. W kategorii strefy hydrogeomorfologicznej zakwalifikowano ją jako równię zastoiskową zbudowaną na powierzchni terenu z mułków ilastych, miejscami mułków piaszczystych. Warstwę wodonośną stanowią drobnoziarniste piaski o niewielkiej miąższości, tworzące lokalne

przewarstwienia i soczewki występujące w partiach wspomnianych mułków oraz ilów zastoiskowych. Ze względu na taką litologię jednostka charakteryzuje się zróżnicowanymi warunkami występowania PPW – podobnie jak jednostka nr I. Profil osadów występujących w przypowierzchniowej warstwie terenu, stanowiących PPW, prezentuje profil studni wierconej nr 16 (fig. 1). Ponadto jednostkę przedstawiono na przekroju hydrogeologicznym A–B (fig. 3). PPW jest tu poziomem podrzędnym w stosunku do głównego użytkowego poziomu (Szelewicka, Warumzer, 2018).



Fig. 2. Źródło drenujące pierwszy poziom wodonośny (fot. R. Warumzer, 2017)

Spring draining the first aquifer (photo by R. Warumzer, 2017)

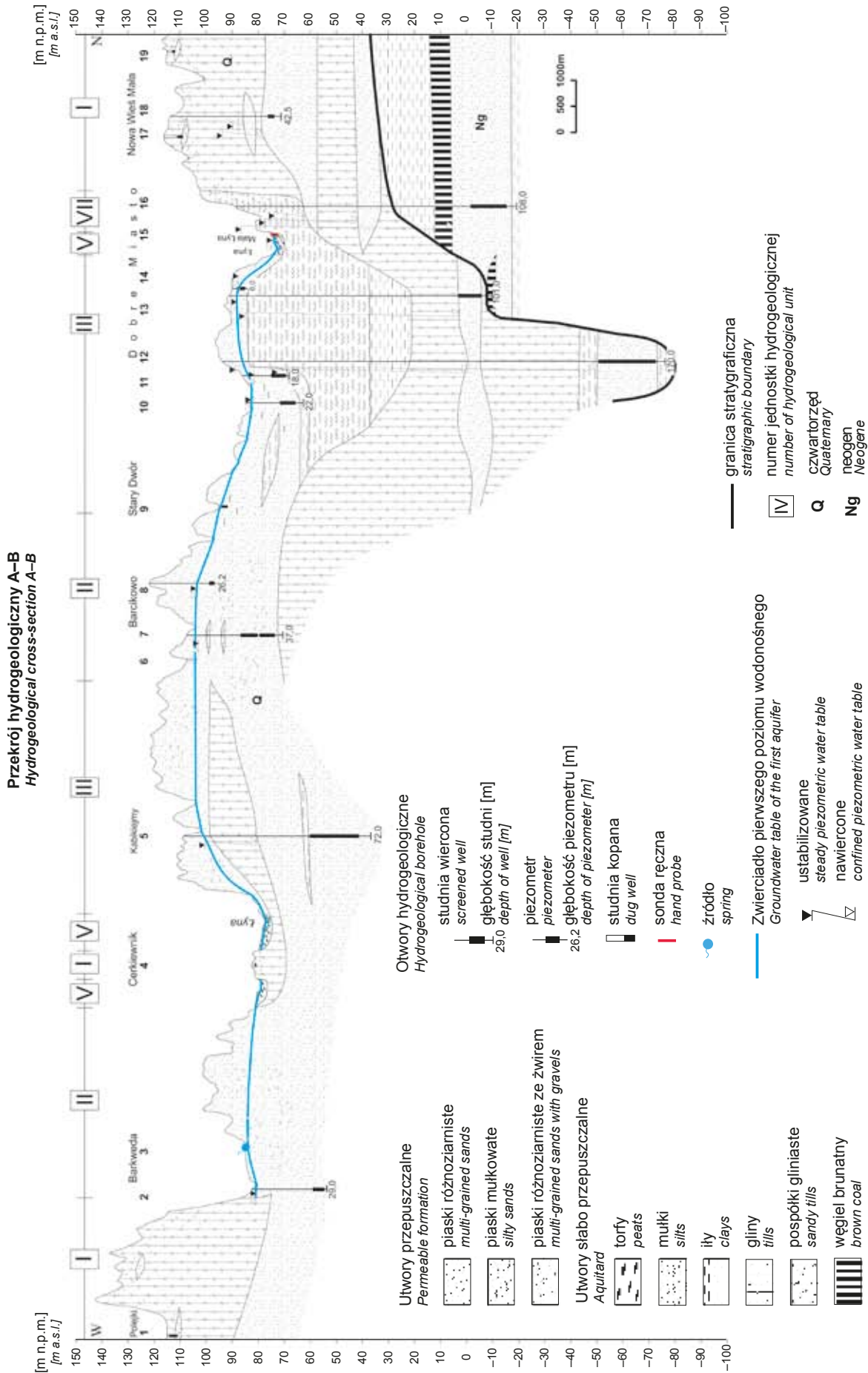


Fig. 3. Przekrój hydrogeologiczny A-B (Szelewicka, Warumzer, 2018, zmienione)

Hydrogeological cross-section A-B (Szelewicka, Warumzer, 2018, modified)

HYDRODYNAMIKA I SYSTEM KRĄŻENIA WÓD PODZIEMNYCH

Kierunki przepływu wód podziemnych PPW wskazano na [figurze 1](#) na mapie hydroizohips wyznaczonych w obrębie jednostek sandrowych, dolinnych oraz równin torfowych. Najwyższe wartości hydroizohips występują we wschodniej i południowej części równiny sandrowej (jednostka nr III) i mają wartość 115 m n.p.m. Najniższe położenie swobodnego zwierciadła wód podziemnych występuje w północnej części doliny Łyny oraz na równinie sandrowej (jednostki nr V i III). Jego wartość wynosi 75 m n.p.m. Odpływ wód podziemnych odbywa się z zachodu i wschodu ku dolinie Łyny, stanowiącej regionalną bazę drenażu. W północnej części analizowanego obszaru odpływ wód podziemnych jest skierowany ku dolinie rzeki Krisny, będącej tu lokalną bazą drenażu. Istotną formą drenażu wód PPW, występującą głównie na granicy jednostek sandrowych i dolinnych, są źródła dolinne.

Na analizowanym obszarze można wyróżnić dwie główne strefy hydrodynamiczne, do których należą strefa zasilania i drenażu warstw wodonośnych. Strefą zasilania są głównie rozległa wysoczyzna morenowa oraz równiny sandrowe. Zasilanie PPW w obrębie wspomnianej wysoczyzny odbywa się na drodze przesączania wód opadowych przez warstwy słabo przepuszczalne na powierzchni terenu, które stanowią głównie gliny zwałowe. W obrębie równin sandrowych zasilanie odbywa się na drodze bezpośredniej infiltracji wód opadowych. Jak już wspomniano obszar drenażu stanowi głównie dolina rzeki Łyny, która jest jedną z głównych stref drenażowych wód podziemnych w dorzeczu Pregoly.

System krążenia wód podziemnych PPW obejmuje czwartorzędowe piętro wodonośne i jest systemem lokalnym, drenowany przez Łynę oraz liczne kanały, np. Barcikowski i Sętał. Natomiast w rejonach, gdzie PPW stanowi główny użytkowy poziom wodonośny pojawia się regionalny system krążenia wód, którego strefa zasilania jest zlokalizowana w granicach wododziałowych, a strefa drenażu obejmuje dolinę rzeki Łyny. Pola hydrodynamiczne na prezentowanym obszarze ma charakter naturalny. Brak jest na tym terenie dużych ujęć wód podziemnych, wyrobisk górniczych itp., których działalność i eksploatacja mogłyby wpływać na długotrwałe obniżenie zwierciadła wód podziemnych PPW, tworząc lokalne i regionalne leje depresji.

PODSUMOWANIE

W obrębie prezentowanego obszaru warunki występowania PPW są zróżnicowane przestrzennie. Wpływ na to mają przede wszystkim budowa geologiczna, zmienność form geomorfologicznych, jak i urozmaicona hipsometria. Rejonizacja warunków występowania PPW wynika z przynależ-

ności do strefy hydrogeomorfologicznej oraz relacji PPW do głównego użytkowego poziomu wodonośnego. Wyróżniono siedem jednostek przynależnych do następujących stref hydrogeomorfologicznych: wysoczyzny morenowej (I), równiny sandrowej (II i III), doliny (IV i V), równin torfowych (VI) oraz równiny zastoiskowej (VII). Jednostki nr I i VII mają zróżnicowane warunki występowania PPW, co wynika z braku ciągłej warstwy wodonośnej, zróżnicowania rzędnych zwierciadła wód podziemnych i braku więzi hydraulicznej ujmowanych warstw wodonośnych. W obrębie pozostałych jednostek występuje spójny obraz hydrodynamiki w postaci hydroizohips swobodnego zwierciadła wody. Wyróżniono ponadto dwie jednostki (nr II i IV), których utwory wodonośne stanowią główny użytkowy poziom wodonośny. System krążenia wód podziemnych PPW, stanowiącego piętro czwartorzędowe, zamknięty jest w lokalnym i regionalnym zlewniowym systemie obiegu i wymiany wód z główną bazą drenażu, jaką jest dolina Łyny. Uważa się, że obecne rozpoznanie warunków hydrogeologicznych jest wystarczające. Jedynie w przypadku ponownego uruchomienia ujęcia wód podziemnych w Dobrym Mieście, bazującego na wodach podziemnych występujących w osadach sandrowych (studnie wiercone nr 11, 12), lub budowy nowych ujęć wód podziemnych o dużych wydajnościach należałoby ponownie przeprowadzić badania i pomiary umożliwiające określenie hydrodynamiki PPW. W celu uzyskania całości obrazu PPW omawianego obszaru należałoby w najbliższym czasie podjąć prace nad warstwą informacyjną GIS „Mapa Hydrogeologiczna Polski – pierwszy poziom wodonośny – wrażliwość i jakość”.

LITERATURA

- HERBICH P. i in., 2007 (aktualizacja 2015) – Program prac i szczegółowe wskazania metodyczne do opracowania warstw informacyjnych bazy GIS Mapy Hydrogeologicznej Polski „Pierwszy poziom wodonośny występowanie i hydrodynamika”. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KONDRACKI J., 2011 – Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- LIDZBARI M., 2004 – Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Dobre Miasto (137) [niepubl.]. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A., 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. T. I. Wody Słodkie. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- RUMIŃSKI J., 1999 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Dobre Miasto (137). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZELEWICKA A., WARUMZER R., 2018 – Baza danych GIS Mapy Hydrogeologicznej Polski 1:50 000, pierwszy poziom wodonośny, występowanie i hydrodynamika, ark. Dobre Miasto (137) [niepubl.]. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

SUMMARY

In the study area, the conditions of the first aquifer vary spatially. The main reason for that is its geological structure, variability of geomorphological forms, and diverse hypsometry. Zonation of the conditions of the first aquifer occurrence is based mainly on its affiliation to a hydrogeomorphological zone and its relationship to the useful aquifer. There are seven units distinguished, which are categorised into the following hydrogeomorphological zones: moraine upland (I) outwash plain (II and III), valley (IV and V), peat plains (VI) and hollow plain (VII). Units I and VII belong to those showing diverse conditions of the first aquifer occurrence, which is due to the lack of permanent water-bearing layer, different elevations of the groundwater table and the lack of hydraulic connection between the exploited aquifers. The remaining units have similar features of the hydrodynamic conditions, as evidenced from the groundwater table contour lines. There are also two units (II and IV), whose aquifer

formations make up the main useful aquifer. The groundwater circulation system of the first aquifer, included in the Quaternary multiaquifer formation, is closed in a local and regional waterflow and exchange groundwater basin system, with the Łyna valley as the major base level of groundwater drainage. It is believed that the current recognition of the hydrogeological condition is sufficient. Only in the case of either re-opening of the groundwater intake in Dobre Miasto, which is based mainly on groundwater from the outwash plain formation (wells 11 and 12), or building a new groundwater intake of high discharge, it would be required to make more research and inspections along with measurements which will allow indentifying the actual hydrodynamics of the first aquifer. To obtain a full picture of the first aquifer of the study area it will be necessary to begin work on information layers of the *Hydrogeological Map of Poland* – first aquifer – groundwater vulnerability and water quality.

