

ROZPOZNANIE BUDOWY GEOLOGICZNEJ ORAZ OCENA PARAMETRÓW HYDROGEOLOGICZNYCH DO BADAŃ MODELOWYCH PRZEPŁYWU WÓD PODZIEMNYCH W REJONIE GRUDZIĄDZA

STUDIES OF GEOLOGICAL CONDITIONS AND THE ASSESSMENT OF AQUIFER PROPERTIES FOR THE MODEL STUDIES OF GROUNDWATER FLOW IN THE GRUDZIĄDZ AREA

IZABELA JAMORSKA¹, ARKADIUSZ KRAWIEC¹, MAREK MARCINIAK²

Abstrakt. W artykule przedstawiono wyniki rozpoznania budowy geologicznej oraz warunków hydrogeologicznych obszaru ujęcia komunalnego wód podziemnych w Grudziądzu. Głównym celem pracy było wykonanie modelu koncepcyjnego, który w dalszej części badań posłuży do budowy modelu hydrogeologicznego. Na terenie ujęcia rozpoznano dwa piętra wodonośne: czwartorzędowe i paleoceńsko-kredowe. Piętro czwartorzędowe ma główne znaczenie użytkowe. Składają się na nie dwie warstwy wodonośne rozdzielone utworami słabo przepuszczalnymi. Wody piętra paleoceńsko-kredowego nie mają znaczenia użytkowego ze względu na podwyższoną mineralizację. Podjęte w ramach badań prace kameralne obejmowały zgromadzenie i opracowanie danych archiwalnych z ponad 120 lat istnienia ujęcia. Łącznie przeanalizowano dane pochodzące z 53 otworów hydrogeologicznych. W 2017 r. wykonano także prace terenowe obejmujące kilkukrotny pomiar położenia zalegania zwierciadła wód podziemnych w studniach i piezometrach ujęcia oraz pobór próbek wód do analiz chemicznych. Przeprowadzono ocenę sprawności wybranych otworów obserwacyjnych i wyznaczono ich parametry hydrogeologiczne metodą PARAMEX. Współczynniki filtracji obliczone metodą PARAMEX zostały porównane z danymi wyznaczonymi na podstawie analizy granulometrycznej oraz pomiarami podczas pompowania pozyskanymi z kart dokumentacyjnych poszczególnych piezometrów.

Słowa kluczowe: czwartorzędowe piętro wodonośne, model koncepcyjny, parametry hydrogeologiczne.

Abstract. The paper presents the results of a preliminary study of geology and hydrogeological conditions of a Grudziądz groundwater intake. The focus of the study was to develop a conceptual model that will be used in further investigation to create a hydrogeological model. In the intake area two multi-aquifer formations have been distinguished: Quaternary and Paleocene-Cretaceous. The Quaternary multi-aquifer formation, which consists of two aquifers separated by poorly permeable rocks, is primary utility. Groundwater in the Paleocene-Cretaceous aquifer has an elevated mineral content, which makes it not usable. The intake is located near Grudziądz and areas of intense farming, which leads to a hazard of anthropopressure, and may have a negative impact on the groundwater quality and quantity. In-office work conducted for the preparation of article included gathering and description of archival data from over 120 years of intake existence. Data from 53 hydrogeological boreholes have been analyzed. In 2017, field work was also conducted, including several measurements of water table in wells and piezometers of the intake. Water samples have also been collected for chemical analyses. An efficiency assessment of some observation wells has been made, establishing their hydrogeological parameters using the PARAMEX method.

Key words: Quaternary aquifer, conceptual model, hydrogeological parameters.

¹ Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń; e-mail: izabela.jamorska@umk.pl, arkadiusz.krawiec@umk.pl.

² Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, ul. Bogumiła Krygowskiego 10, 61-680 Poznań; e-mail: mmarc@amu.edu.pl.

WSTĘP

Opracowanie modelu przepływu wód podziemnych wymaga zsyntetyzowania informacji dotyczącej m.in. budowy geologicznej obszaru. Optymalnym rozwiązaniem jest zestawienie danych regionalnych z danymi pochodzącymi z otworów występujących na modelowanym obszarze i dokonanie łącznej interpretacji w postaci trójwymiarowego modelu. W artykule przedstawiono syntetyczne wyniki rozpoznania budowy geologicznej oraz warunków i parametrów hydrogeologicznych obszaru ujęcia komunalnego wód podziemnych w Grudziądzu (fig. 1). Głównym celem pracy było wykonanie modelu strukturalnego a następnie modelu koncepcyjnego, który w dalszej części badań posłużył do budowy modelu matematycznego i wyznaczenia m.in. zasięgu oddziaływania ujęcia oraz obliczeń symulacyjnych zasobów wód podziemnych.

OBSZAR BADAŃ

Obszar badań znajduje się w Dolinie Dolnej Wisły, w tzw. Kotlinie Grudziądzkiej. Ujęcie wielootworowe zlokalizowane jest na tarasie nadzalewowym na wysokości 25–29 m n.p.m. Na terenie ujęcia rozpoznano dwa piętra wodonośne: czwartorzędowe i paleoceńsko-kredowe. Główne znaczenie użytkowe ma czwartorzędowe piętro wodonośne, w którym poziomy wodonośny tworzą dwie warstwy rozdzielone utworami słabo przepuszczalnymi. Wody podziemne w piętrze paleoceńsko-kredowym mają podwyższoną mineralizację i w związku z tym nie mają większego znaczenia dla zaopatrzenia w wodę. Ujęcie jest zlokalizowane w bliskim sąsiedztwie zabudowy miejskiej Grudziądza oraz intensywnie użytkowanych terenów rolniczych, przez co jest narażone na antropopresję.

Do przeprowadzenia szczegółowych badań hydrogeologicznych przyjęto obszar o powierzchni ok. 25 km² (fig. 1). Granica zachodnia przebiega na Wiśle, granica południowa sięga za jezioro Rudnickie, granicę północną stanowi Grudziądz a wschodnią – krawędź wysoczyzny morenowej.

BUDOWA GEOLOGICZNA

Obszar badań jest położony w obrębie synklinorium brzeżnego. Budowę geologiczną głębszego podłoża rozpoznano na podstawie wierceń głębokich otworów badawczych w miejscowościach Marusza oraz Węgrowo. Utwory jury na analizowanym obszarze osiągają miąższość ok. 575 m i zalegają do głęb. 1780 m. Są to głównie piaskowce, mułowce, ilowce oraz łupki mułowcowo-ilaste jury dolnej i środkowej oraz wapienie, margle i mułowce jury górnej (Krawiec, 2009). Utwory kredy w rejonie Grudziądza występują na głęb. od ok. 180 do 1140 m i są reprezentowane przez osady mułowcowo-ilaste z przewarstwieniami piaskowców kredy dolnej oraz margle, wapienie i opoki z wkładkami mułowców i ilowców kredy górnej.

Powierzchnie podczwartorzędową budują osady paleogenu (paleocen, oligocen) oraz neogenu (miocen) o miąższości ok. 150 m. Osady paleocenu są wykształcone w facji osadów

morskich, stanowiących kontynuację sedimentacji górnokredowej. Reprezentują go margle i gezy piaszczysto-wapniste o miąższości ok. 80 m. Osady oligoceńskie, położone dyskontantnie na erozyjnej powierzchni osadów paleocenu, występują w zboczach i krawędziach obniżeń powierzchni podczwartorzędowej. Są one wykształcone jako mułki i ily ciemnoszare a także ilowce i mułowce z soczewkami piasków glaukonitowych o łącznej miąższości do 30 m (Maksiak, 1981).

Osady miocenu stanowią bezpośrednie podłoże czwartorzędu w dolinie Wisły oraz na obszarze przylegającej wysoczyzny morenowej. Budują kulminacje powierzchni podłoża a ich brak w obniżeniach jest wynikiem egzaracji lodowcowej i erozji rzecznej. Jest to seria piaskowców drobnoziarnistych, często mułkowatych z pyłem węglowym i soczewkami mułków węglistych. Powyżej leży kompleks akumulacji limnicznej reprezentowany przez ily i mułki brunatne, węgliste z gniazdami i przewarstwieniami zawęglonych piasków pylastych (Uniejewska, 1980).

Pokrywą czwartorzędową reprezentują osady od zlodowacenia południowopolskiego po holocen. Ich miąższość jest zmienna i wynosi od 20 m – w rejonie wypiętrzonego podłoża, do ponad 150 m – w centrum obniżenia kotliny. W rejonie ujęcia w Grudziądzu miąższość osadów czwartorzędowych zazwyczaj nie przekracza 60 m (fig. 2).

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Badany obszar znajduje się w granicach Jednolitych Części Wód Podziemnych (JCWPd) nr 29 i 39, zlokalizowanego w obrębie prowincji Wisły, regionu Dolnej Wisły, subregionu pojeziernego (Paczyński, Sadurski, 2007). W obrębie poligonu badawczego jest zlokalizowany czwartorzędowy, porowy region/obszar głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP) – Dolina Rzeki Dolna Osa o nr 129. Wody piętra czwartorzędowego występują powszechnie w Kotlinie Grudziądzkiej i są głównym, użytkowym poziomem wodonośnym. Są to zazwyczaj piaski rzeczne interglacjału eemskiego oraz tarasów akumulacyjnych Wisły. Podrzędne znaczenie użytkowe mają wody podziemne występujące w piaszczystych osadach interglacjału mazowieckiego.

Na terenie ujęcia w Grudziądzu rozpoznano dwa piętra wodonośne: paleoceńsko-kredowe i czwartorzędowe.

Czwartorzędowy poziom wodonośny tworzą dwie warstwy górna (I) i dolna (II) (tab. 1), rozdzielone osadami słabo przepuszczalnymi. Pobór wody odbywa się z dolnej warstwy, którą tworzą piaski średnio i różnoziarniste ze zwirom i otoczkami o miąższość 15–20 m. Zwierciadło wody stabilizuje się na głęb. ok. 10–14 m p.p.t. w północnej części ujęcia oraz 7–9,4 m p.p.t. – w części południowej. We wschodniej części ujęcia dolna warstwa łączy się z warstwą górną, tworząc jedną serię wodonośną o miąższości do 30,0 m. Warstwy te pozostają ze sobą w kontakcie hydraulicznym – pośrednim, a w oknach hydrogeologicznych – bezpośrednim (fig. 2). Parametry hydrogeologiczne czwartorzędowych warstw wodonośnych w wybranych studniach i piezometrach przedstawiono w tabeli 1.

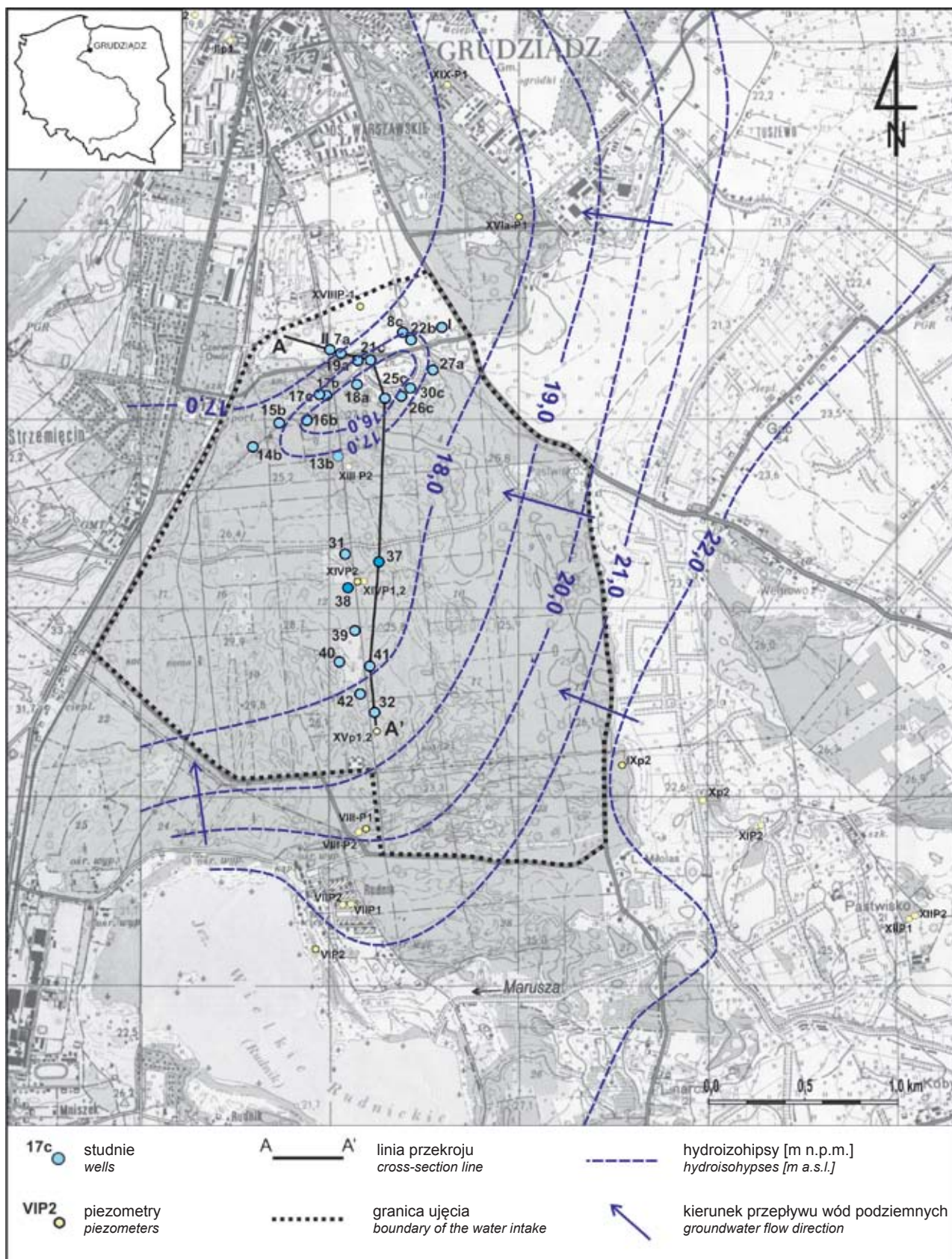


Fig. 1. Lokalizacja obszaru badań

Location of the study area

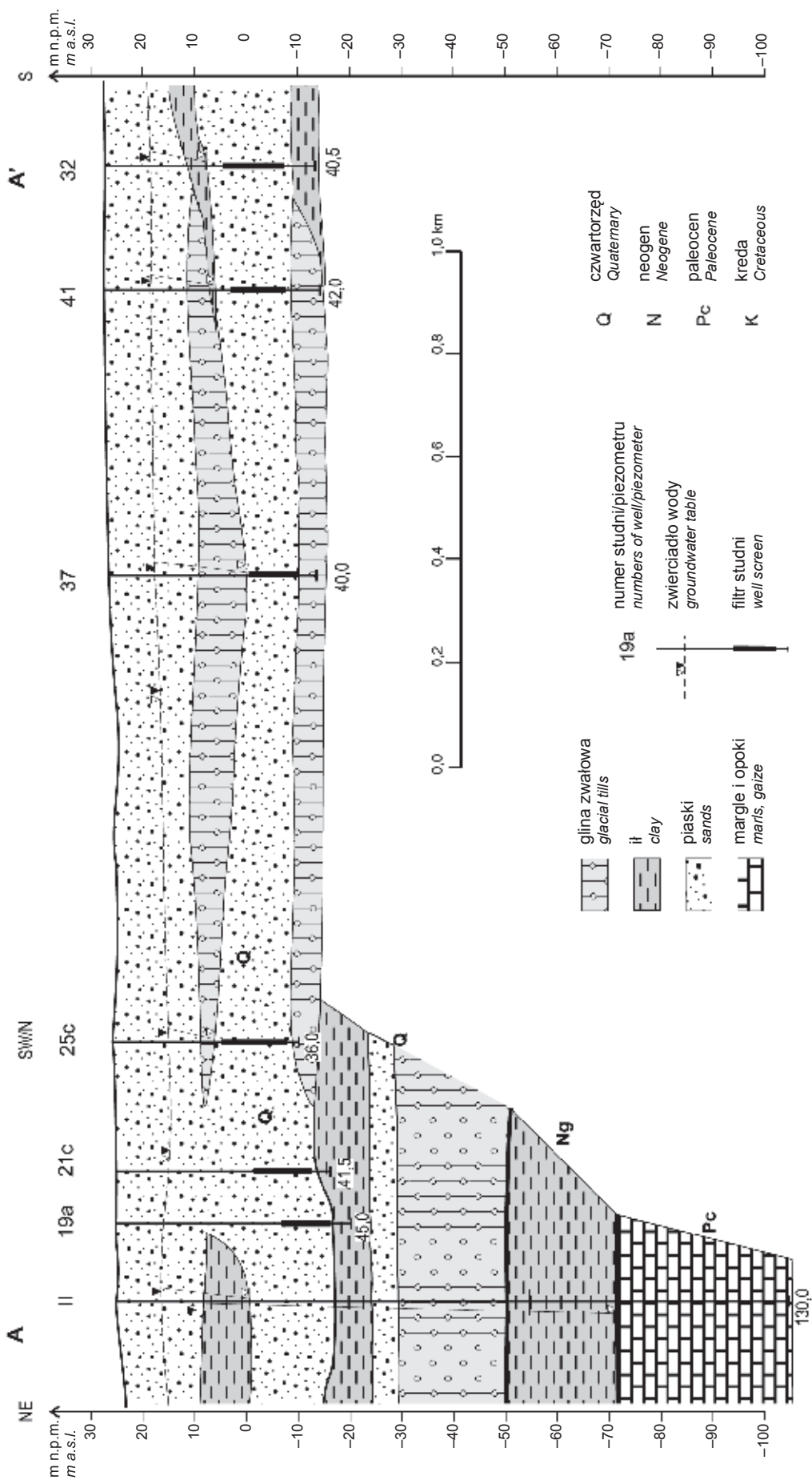


Fig. 2. Przekrój hydrogeologiczny A-A'

Hydrogeological cross-section A-A'

Tabela 1

Wybrane studnie i piezometry obszaru ujęcia
Wells and piezometers in the groundwater intake area

Nr studni lub piezometru	Rok wykonania	Głęb. otworu [m]	Miąższość w-wy wodonośnej [m]	Współczynnik filtracji k [m/h]	Przewodność T [m ² /h]	Nr ujętej w-wy Q	Uwagi
7a	1991	45,0	14,5	3,75	54,4	II	studnia
13b	1994	44,4	13,5	2,38	32,2	II	studnia
14b	1992	45,0	16,0	3,87	61,9	II	studnia
15a	1991	46,0	18,5	4,86	90,0	II	studnia
17b	1991	43,0	14,0	3,07	43,0	II	studnia
18a	1988	40,0	16,5	3,85	63,6	II	studnia
19a	1991	45,0	>21,0	4,26	>89,4	II	studnia
22b	1992	39,0	>17,0	3,52	>59,9	II	studnia
27a	1989	46,0	18,0	2,74	49,4	II	studnia
31	1994	48,0	18,7	4,72	88,2	II	studnia
32	1994	40,5	19,2	4,72	90,5	II	studnia
VIP2	1986	37,2	11,2	1,07	11,98	II	piezometr
VIIIP1	1984	19,0	11,0	0,22	2,42	I	piezometr
VIIIP2	1984	40,5	14,5	0,88	12,76	II	piezometr
VIIIP1	1985	19,0	11,8	0,22	2,60	I	piezometr
VIIIP2	1985	43,0	11,5	2,68	30,82	II	piezometr
IXp2	1985	45,0	19,0	0,53	10,07	II	piezometr
Xp2	1985	65,0	22,9	0,50	11,45	II	piezometr
XIIIP1	1985	15,0	6,5	0,66	4,29	I	piezometr
XIVP1/2	1994	40,0	11,9	0,77	9,16	I	piezometr
XIVP1/2	1994	40,0	11,9	0,66	7,85	II	piezometr
XIVP2	1995	42,5	11,0	1,88	20,68	II	piezometr
XVIIIP1	1995	18,0	5,5	1,38	7,59	I	piezometr
XIXP1	2004	15,7	11,7	1,51	17,67	I	piezometr

Piętro paleoceńsko-kredowe ujęte jest jednym otworem nr 17/I o wydajności 84 m³/h, przy depresji 12,1 m (Leszczyński, 2011). Warstwa wodonośna jest zbudowana ze spękananej serii węglanowo-krzemionkowej. Statyczne zwierciadło wody znajduje się ok. 7 m p.p.t., na wysokości ok. 17 m n.p.m. (Zaburzycka i in., 1997).

Powierzchnia piezometryczna warstwy górnej układu się zazwyczaj kilkadziesiąt centymetrów wyżej niż w warstwie dolnej. W oknach hydrogeologicznych i w rejonie intensywnej eksploatacji ujęcia ciśnienia pomiędzy warstwami się wyrównują.

Eksploatowana warstwa wodonośna (II) charakteryzuje się korzystnymi parametrami hydrogeologicznymi. Współczynnik filtracji wynosi najczęściej od 0,8 do 4,8 m/h, a przewodność warstwy, przy średniej miąższości 18 m wynosi 60 m²/h. Moduł zasobów odnawialnych wg danych z MhP GUPW (Nikadon, Krawiec, 1997; Florczyk, Sikora, 2004) wynosi 480 m³/24 h a moduł zasobów dyspozycyjnych – 390 m³/24 h.

Zasilanie wód podziemnych, poziomu dolinnego górnego i dolnego, odbywa się na drodze bezpośredniej infiltracji wód opadowych oraz przez dopływy boczne z obszaru wysoczyzny. Główną bazę drenażu stanowi rzeka Wisła, ograniczająca obszar od zachodu, a w południowej części lokalną bazą drenażu jest rzeka Marusza (fig. 1).

KONCEPCJA MODELU KRĄŻENIA WÓD

Do interpretacji budowy geologicznej czwartorzędowego piętra wodonośnego obszaru badań oraz opracowania modelu strukturalnego, wykorzystano dane archiwalne. Zebrano i zinterpretowano dane z otworów geologicznych, hydrogeologicznych oraz geologiczno-inżynierskich. Powyższe dane pozyskano z dokumentacji geologicznych i hydrogeologicznych (Zaburzycka i in., 1997; Florczyk, 2004) oraz archiwum MWiK Grudziądz i Centralnej Bazy Danych Geologicznych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego In-

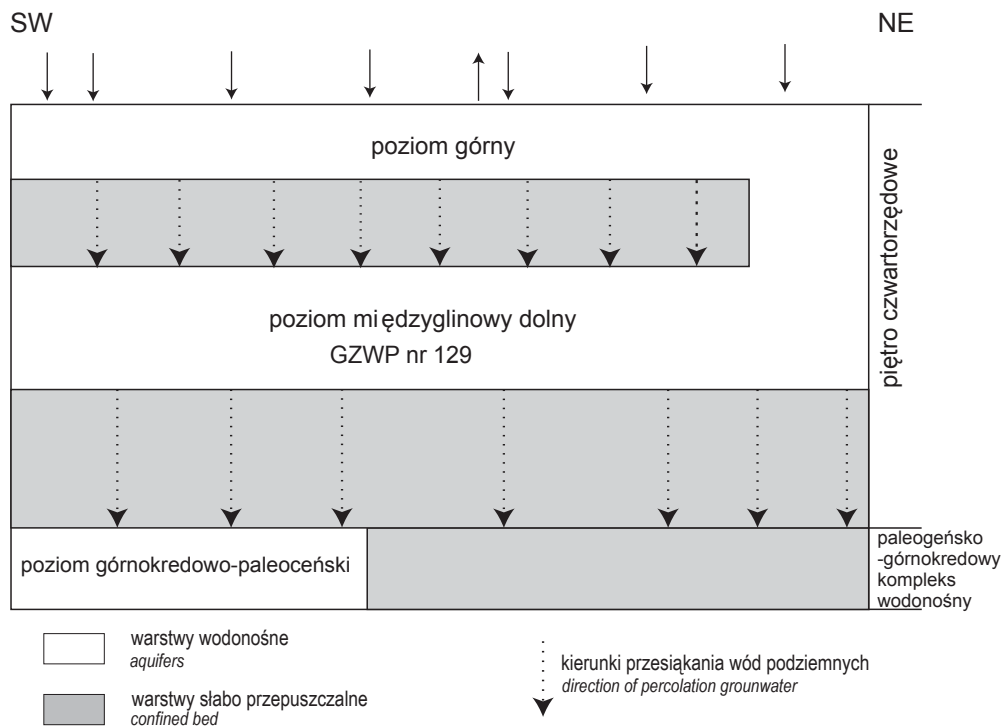


Fig. 3. Schemat systemu hydrogeologicznego obszaru badań

Diagram showing the groundwater system in the study area

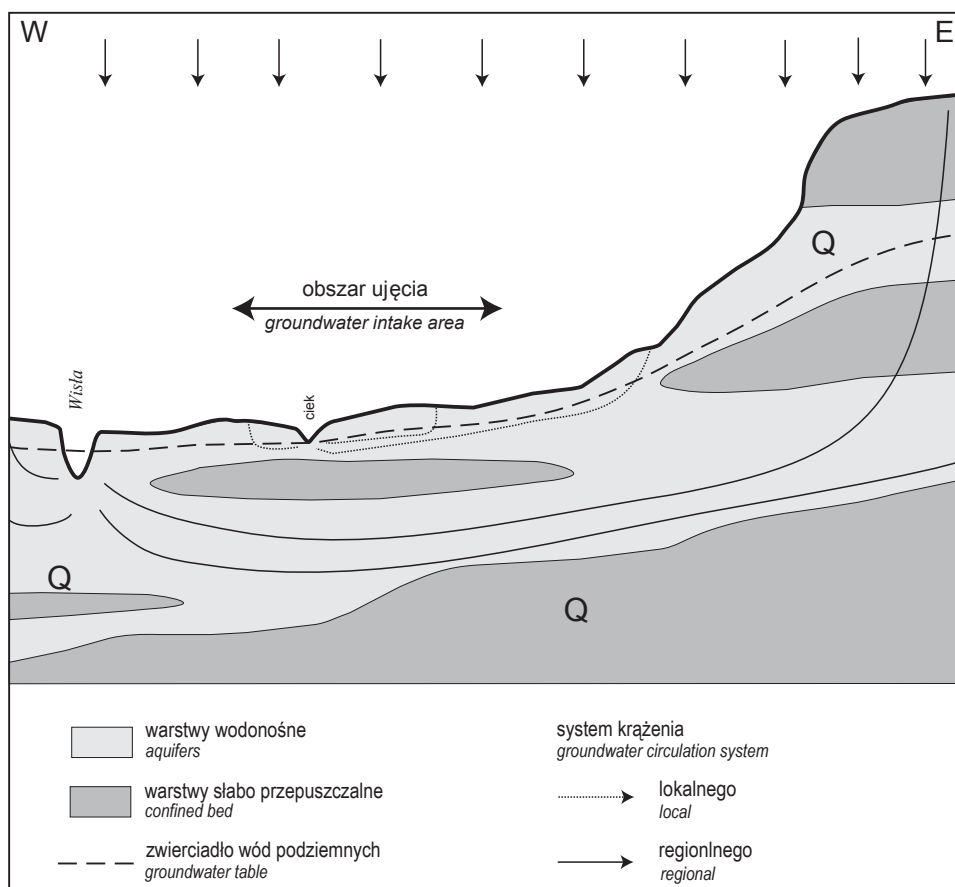


Fig. 4. Schemat systemu krążenia wód podziemnych na obszarze ujęcia Grudziądz

The groundwater circulation systems in the Grudziądz intake area

stytutu Badawczego (CBDG PIG-PIB). Dodatkowym źródłem informacji były mapy geologiczne i hydrogeologiczne (Chmielowska, 1997; Nikadon, Krawiec, 1997).

Na podstawie własnych i archiwalnych przekrojów geologicznych i hydrogeologicznych opracowano model koncepcyjny systemu hydrogeologicznego obszaru badań (fig. 3) oraz schemat systemu krążenia wód podziemnych (fig. 4). Schemat przedstawia występowanie poziomów wodonośnych oraz kontakty hydrauliczne pomiędzy poszczególnymi piętrami wodonośnymi. Na obszarze ujęcia wydzielono czwartorzędowy poziom wodonośny górny o zwierciadle swobodnym, który jest izolowany kompleksem glin morenowych i ilów od leżącego niżej czwartorzędowego poziomu dolnego. Wydzielony został także poziom paleoceńsko-górnokredowym, którego izolację od piętra czwartorzędowego stanowią miąższe pokłady glin oraz ilów. Znaczenie dla systemu krążenia wód podziemnych ma lokalnie występujący kontakt poziomu czwartorzędowego górnego i dolnego.

Układ krążenia wód na rozpatrywanym obszarze związany jest z wysoczyzną morenową, będącą obszarem zasilania oraz z rzeką Wisłą, rzeką Maruszą i jeziorem Rudnickim, które stanowią bazy drenażu wód podziemnych (fig. 4). Biorąc pod

uwagę głębokość występowania poszczególnych poziomów wodonośnych, możemy wyróżnić system krążenia lokalnego, uformowany w poziomie wód gruntowych, oraz regionalnego krążenia wód, związany z poziomem czwartorzędowym dolnym, który w głównej mierze jest zasilany w wody napływające od strony wysoczyzny morenowej. W celu zobrazowania potencjalnej zasobności piętrowości wodonośnych określono dla poszczególnych poziomów wodonośnych parametry hydrogeologiczne (tab. 2).

Z uwagi na długotrwałą eksploatację wód podziemnych na ujęciu, a w związku z tym możliwość zmiany parametrów hydrogeologicznych warstw wodonośnych najbardziej eksploatowanego piętra czwartorzędowego, wytypowano 6 otworów, dla których ponownie obliczono współczynniki filtracji. Obliczeń dokonano przy wykorzystaniu metody PARAMEX. Metoda ta umożliwia oznaczenie wartości współczynnika filtracji na podstawie testu wykonywanego w piezometrach. Test polega na wymuszeniu ruchu zwierciadła wody w piezometrze i zarejestrowania tempa tego ruchu. Inicjacji ruchu dokonuje się poprzez uszczelnienie piezometru, sprężenie powietrza, a następnie rozprężenie ciśnienia w piezometrze. Do rejestracji ruchu zwierciadła wody

Tabela 2

Charakterystyka poziomów wodonośnych obszaru ujęcia

The characteristics of the aquifers in the groundwater intake area

Poziom wodonośny	Utwory wodonośne	Miąższość utworów [m]	Głęb. występowania zwierciadła wody [m p.p.t.]	Współczynnik filtracji [m/s]	Uwagi
Czwartorzędowy górny	piaski średnio i drobnoziarniste	5–15	1,0–12,0	0,00007–0,001	
Czwartorzędowy dolny	piaski średnio i różnoziarniste	13–20	7,45–14,0	0,0006–0,0013	główny użytkowy poziom wodonośny
Mioceński	piaski drobnoziarniste, pylaste	<15	1,8 i 6,0	0,000127 i 0,000022	nieciągła warstwa o słabym wykształceniu litologicznym i zmiennych parametrach hydrogeologicznych
Paleoceński-górnokredowy	seria węglanowo-krzemionkowa; spękane opoki i margle	65,0	6,8–14,5	–	słabe rozpoznanie, podwyższona mineralizacja wód; wydajność otworu wynosi 84 m ³ /h, przy depresji 12,1 m

Tabela 3

Zestawienie wartości współczynników filtracji uzyskanych różnymi metodami

A summary of the value of hydraulic conductivity obtained by various methods

Piezometr	Analiza granulometryczna [m/s]	Próbne pompowanie [m/s]	PARAMEX [m/s]	PARAMEX (analiza granulometryczna)	PARAMEX (pomiar podczas pompowania)
IXp2	2,16E-04	1,48E-05	9,96E-05	0,46	6,73
VIp2	7,44E-04	2,95E-04	1,80E-03	2,42	6,10
VIII-P1	9,79E-04	6,13E-05	1,44E-03	1,47	23,49
XVIa-P1	b.d.	b.d.	9,57E-04	–	–
XVIII-P1	1,28E-04	3,83E-04	2,03E-03	15,86	5,30
XIVP2	5,50E-05	2,13E-04	9,26E-03	168,36	43,47

jest wykorzystywany układ pomiarowy współpracujący z komputerem. Rejestrację i interpretację pomiarów obsługują specjalnie w tym celu napisane programy komputerowe (Marciniak i in, 2010). Wartości współczynnika filtracji uzyskane na podstawie testu PARAMEX zestawiono w tabeli 3. Porównano je ze współczynnikami filtracji uzyskanymi na podstawie analizy granulometrycznej oraz pomiarami podczas pompowania pozyskanymi z kart dokumentacyjnych poszczególnych piezometrów.

Współczynniki filtracji uzyskane na podstawie testów PARAMEX okazały się 5–7 razy wyższe od tych z pompowań, czy analiz granulometrycznych. W piezometrze VIIIIP1 krotność ta wynosiła 23, natomiast w piezometrze XIVP2 aż 43. Można przyjąć, że rozbieżności nie przekraczające jednego rzędu (10-krotne) są do zaakceptowania i w rozpoznaniu hydrogeologicznym pojawiają się często. Rozbieżność zanotowana w piezometrze XIVP2 wymaga jednak osobnej analizy. Odnotowane podczas badań oscylacje zwierciadła wody w piezometrze XIVP2 są prawdopodobnie wynikiem kontaktu hydraulicznego z sąsiednim piezometrem (w odległości ok. 1,5 m wykonane zostały 3 piezometry) lub są związane ze złym uszczelnieniem filtra nad obsypką.

Uzyskana bardzo wysoka wartość współczynnika filtracji w piezometrze XIVP2 (ok. 10–2 m/s) charakteryzuje przewodność hydrauliczną układu drgającego, a nie warstwy wodonośnej. Aby wyjaśnić przyczynę oscylacji zwierciadła wody w piezometrze XIVP2 należałoby powtórzyć test PARAMEX w tym piezometrze i równocześnie obserwować zachowanie się zwierciadła wody w sąsiednich piezometrach (np. za pomocą divera i barodivera).

Opisane wyżej wyniki stanowią pierwszą część badań ustalających parametry hydrogeologiczne występujących na badanym obszarze warstw wodonośnych. W trakcie dalszych badań wykonane zostaną uzupełniające testy metodą PARAMEX. Większa ilość wyników pozwoli na analizę czasowej i przestrzennej zmiany współczynnika filtracji na badanym obszarze, a także odniesiona zostanie do sposobu wykonania otworów oraz m.in. czasu wykonania i wydajności próbnych pompowań. Uzyskane wartości współczynników filtracji, po uwzględnieniu wyżej wymienionych analiz, posłużą do budowy modelu hydrogeologicznego.

PODSUMOWANIE

Szczegółowa analiza budowy geologicznej obszaru ujęcia wód podziemnych w Grudziądzu wykazała obecność na obszarze badań utworów mezozoicznych, paleogeńskich, neogeńskich i czwartorzędowych. Istotne znaczenie dla działalności ujęcia odgrywa tylko piętro czwartorzędowe, tworzące dwa poziomy wodonośne: górny i dolny. Wykonane przekroje hydrogeologiczne oraz mapa hydroizohips (fig. 1) opracowana dla warunków statycznych (przy wy-

łączonych na 48 godzin studniach ujęcia) potwierdziły występowanie pomiędzy tymi poziomami kontaktów hydraulicznych. Opracowany na tej podstawie model koncepcyjny zakłada podział obszaru ujęcia na 4 warstwy: dwie warstwy wodonośne i dwie warstwy słabo przepuszczalne, obejmujące tylko utwory czwartorzędowe. Opisany powyżej model koncepcyjny systemu wodonośnego będzie stanowić podstawę przy konstruowaniu modelu numerycznego.

Badania z zastosowaniem metody PARAMEX potwierdziły bardzo dobre parametry hydrogeologiczne czwartorzędowych warstw wodonośnych na ujęciu w Grudziądzu. Metoda ta pozwoliła na dokładniejsze oszacowanie współczynników filtracji dla warstwy górnej, która ma znaczenie dla infiltracji wód opadowych. Przeprowadzone dodatkowo testy wydajności ujęcia ze szczegółowymi pomiarami wahań zwierciadła wody w poszczególnych studniach wykazały szybki powrót zwierciadła do warunków quasi naturalnych, co potwierdza dobre parametry hydrogeologiczne dolnej warstwy wodonośnej.

LITERATURA

- CHMIEŁOWSKA U., 1997 – Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:50 000, ark. Rudnik (244) wraz z objaśnieniami. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- FLORCZYK J., SIKORA M., 2004 – Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wód podziemnych z otworów czwartorzędowych w rejonie ujęcia komunalnego miasta Grudziądza. PG „Polgeol”, Gdańsk.
- KRAWIEC A., 2009 – Wody termalne w rejonie Grudziądza. *Tech. Poszukiwań Geol.*, **48**, 2 (244): 81–89
- LESZCZYŃSKI K. (red.), 2011 – Grudziądz IG 1. *Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol.*, **129**: 127–131.
- MAKSIK S., 1981 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Grudziądz–Rudnik (244) wraz z objaśnieniami. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MARCINIAK M., CHUDZIAK Ł., WOLNY F., 2010 – Zasięg oddziaływania eksperymentu identyfikacyjnego metodą PARAMEX. *W: Zasoby, zagrożenia i ochrona wód podziemnych.* (red. R. Graf, M. Marciniak): 97–107. Bogucki Wydaw. Nauk., Poznań.
- NIKADON Z., KRAWIEC A., 1997 – Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:50 000, ark. Grudziądz (245) wraz z objaśnieniami. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A., 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. Tom I – Wody słodkie. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- UNIEJEWSKA M., 1980 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Grudziądz (245) wraz z objaśnieniami. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ZABURZYCKA M., CHMIEŁOWSKA U., DZIEDUSZYCKA A., FLORCZYK J., 1997 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych z utworów czwartorzędowych w rejonie ujęcia komunalnego miasta Grudziądz. PG „Polgeol”, Gdańsk.

SUMMARY

Modelling studies require gathering a wide range of data from the geological structure of study area as well as from hydrological parameters, amongst other significant information. The accuracy and correct functioning of the groundwater flow model depends on the precise and appropriate interpretation of the geological structure and in consequence on the hydrological conditions.

The following study attempts to interpret the geological structure, hydrogeological conditions as well as hydrological parameters in the area of Grudziądz municipal water intake. The results of the study are based on data from 53 boreholes (water intake wells and piezometric) and cover the period from the opening of the intake until 2017, i.e. over 120 years.

The analysis of the archived data enabled the author to differentiate two aquifer levels in the area of the intake: the Quaternary level and the Paleogene and Cretaceous complex. The Quaternary aquifer level, which comprises two aquifers separated by poorly permeable formations, shows the primary utility function. The groundwater in the Paleogene and Cretaceous complex has increased mineralization and therefore it does not have any practical use.

Based on the archived stratigraphic and hydrogeological sections, as well as my own ones, new conceptual models

of the hydrogeological system of the study area (Fig. 3) and the scheme of groundwater circulation system (Fig. 4) have been developed.

In the intake area, a Quaternary upper aquifer of unconfined water table has been distinguished. It is separated by a complex of moraine clays and silts from the underlying Quaternary lower aquifer. The locally occurring hydrogeological windows between these aquifer levels have an enormous impact on the groundwater circulation system. The differentiated Paleogene and Cretaceous aquifer complex, which is separated from the Quaternary level by a thick series of clays and silts, is not usable. Taking into consideration the depth of particular aquifer levels, two groundwater circulation systems have been distinguished: the local one – formed in the groundwater level, and the regional one – connected with the Quaternary lower level, which is recharged mainly by the water flowing down from the moraine uplands.

The PARAMEX method was applied to verify the hydrogeological parameters of the Quaternary aquifer level. The permeability coefficients obtained based on the PARAMEX tests have proved to be five to seven times higher than those obtained by means of pumping tests or granulometric analyses.

