

LITOLOGICZNE UWARUNKOWANIA ZALEGANIA PIERWSZEGO POZIOMU WÓD GRUNTOWYCH W OKOLICACH WSI HAĆKI NA RÓWNIŃNIE BIELSKIEJ

Krzysztof Micun¹

¹ Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok, k.micun@pb.edu.pl

STRESZCZENIE

Celem badań było rozpoznanie litologicznych warunków występowania pierwszego poziomu wód gruntowych w rejonie wsi Haćki na Równinie Bielskiej. W trakcie badań wykonano pomiary poziomu wody w studniach kopanych, sondowania świdrem ręcznym do głębokości 5 m, pobrano próbki utworów wodonośnych i zbadano ich uziarnienie. W oparciu o wyniki analiz uziarnienia obliczono współczynnik filtracji. W budowie geologicznej obszaru dominują utwory pyłowe różnego pochodzenia. Takie wykształcenie utworów bezpośrednio wpływa na warunki filtracji i głębokość zwierciadła wód. W pobliżu wsi Haćki na Równinie Bielskiej wody gruntowe zalegają na głębokości od kilkudziesięciu centymetrów do 2 m w obniżeniach terenowych i maksymalnie nieco ponad 5 m na powierzchniach wyżej położonych. Na wzniesieniach stwierdzono obecność wód zawieszonych, zaobserwowano okresowe wysięki u podnóży wzniesień i skarp i jedno okresowe źródło. Utwory wodonośne stanowią piaski średnioziarniste, piaski drobnoziarniste i piaski drobnoziarniste zaglinione lub z pyłem. Skutkiem tego współczynnik filtracji ma niskie i bardzo niskie wartości. Zawierają się one w przedziale od poniżej 0,001 m·d⁻¹ do 3,8 m·d⁻¹. Powszechna obecność utworów pyłowych na badanym obszarze wpływa na ograniczoną wydajność pierwszego poziomu wód gruntowych.

Słowa kluczowe: poziom wód gruntowych, litologia, współczynnik filtracji.

LITHOLOGIC CONDITIONS OF THE WATER TABLE LOGGING IN THE AREA OF HAĆKI VILLAGE IN THE BIELSKA PLAIN

ABSTRACT

The aim of the study was to examine lithological conditions of the water table in the area of Haćki village located in the Bielska Plain. The study involved the measurements of water level in dug wells, hand drill probing to a depth of 5 m, acquiring the samples of water-bearing deposits and analysing their granulation. The results of analyses allowed to calculate the permeability coefficient. The geological structure of the area is dominated by dusty deposits of various origins. Such deposits' formation directly affects the conditions of filtration and depth of the water table. Groundwater logging near Haćki village in the Bielska Plain appears at a depth of several tens of centimeters to 2 meters in the depressions field and up a little over 5 meters in the case of higher ground surfaces. The presence of perched water was revealed on the hills, periodic leachates at the foot of the hills and scarps and one periodic spring. Water-bearing deposits are medium sands, fine sands and loamy fine sands or fine sands with silt. Consequently, the permeability coefficient is low or even very low. Its values range from 0,001 m·d⁻¹ to 3,8 m·d⁻¹ (d – 24 hours). The widespread presence of dusty deposits in the area affects the limited efficiency of the water table.

Keywords: water table, lithology, permeability coefficient.

WPROWADZENIE

Przyrodnicze i gospodarcze znaczenie pierwszego poziomu wód gruntowych jest trudne do przecenienia. Od początku działalności człowieka stanowiły one podstawowe źródło

wody pitnej, niezbędne również w prowadzeniu gospodarki rolnej. W ostatnich dziesięcioleciach znacząco zmieniło się ich wykorzystanie na wsi. W związku z budową wodociągów i rosnącym zanieczyszczeniem płytkich wód gruntowych, przestały one być głównym źród-

dłem zaopatrzenia mieszkańców. Nadal jednak wykorzystywane są w produkcji rolnej i często są podstawowym źródłem wilgoci dla roślin [Mioduszeński 1990, 2006]. Dlatego ważne jest rozpoznanie warunków występowania wód gruntowych. O ich obecności, głębokości zalegania, a także tempie przemieszczania, a w konsekwencji dostępności, jakości i wydajności, decyduje morfologia terenu i uwarunkowania litologiczne terenu, a szczególnie warstw wodonośnych [Wieczysty 1982, Pazdro 1983, Michałak 1989].

Litologia ma szczególne znaczenie na obszarach o specyficznej, innej niż sąsiednie, budowie podłoża, a takimi niewątpliwie są okolice wsi Haćki na Równinie Bielskiej. Początek badań utworów powierzchniowych tej części Równiny Bielskiej miał miejsce w latach 60-tych XX w. Budowę geologiczną obszaru i formy rzeźby terenu opisali Mojski i Nowicki [1961], Mojski [1969, 1972]. Już wtedy zwrócili oni uwagę na obecność osadów drobnoziarnistych (mułków). Opisane przez autorów utwory glacialimniczne budziły zainteresowanie sedymentologów i gleboznawców. W latach pięćdziesiątych XX w., osady budujące kemy, pod względem cech teksturalnych analizowała Mycielska-Dowgiałło i in. [1995, 1996]. W tym samym czasie przeprowadzono badania gleb deluwialnych. W pracach tych rozpoznano w rejonie Haciek deluwia o miąższości od 0,2 do 1,5 m, a także wykształcone z nich czarne ziemie deluwialne w stadium inicjalnym [Banaszuk i in. 1996, Banaszuk, Kondratiuk 2005]. Zwrócono wówczas uwagę na bezpośrednie i pośrednie zmiany ukształtowania terenu związane min. z osadniczą działalnością człowieka [Kondratiuk 1995]. Po raz pierwszy dokonano również pomiarów zalegania płytkich wód gruntowych na tym terenie. Zarejestrowano je wtedy odpowiednio na głębokości 2–2,5 m w pobliżu skarpy, 1–1,5 m za Górą Zamek i 0,6–0,7 m w pobliżu torfowiska [Banaszuk i in. 1996, Banaszuk, Kondratiuk 2005]. Stosunkowo dobrze budowę geologiczną obszaru zbadano po roku 2000. Wydzielono wówczas obszary występowania osadów glacialimnicznych, mułków i ilów zastoiskowych oraz glin morenowych, określono ich miąższość, a szczególną uwagę poświęcono genezie rzeźby okolic Haciek [Ber 2005, Brud, Kmieciak 2006]. Warunki sedymentacji drobnoziarnistych osadów kemowych w rejonie Proniewicz i Hryniewicz

Dużych opisał Terpiłowski [2011]. Na różnorodność morfologiczną występowania pyłów na tym obszarze wskazywał Micun [2014a].

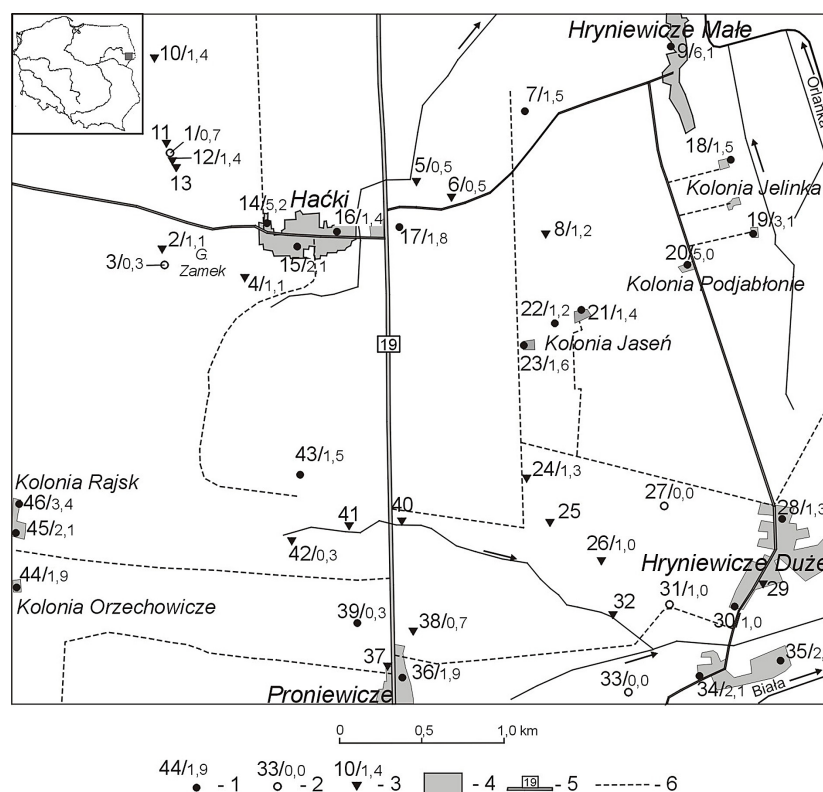
Celem badań było rozpoznanie litologicznych warunków występowania pierwszego poziomu wód gruntowych w rejonie wsi Haćki na Równinie Bielskiej. W oparciu o wyniki badania utworów wodonośnych oszacowano współczynnik filtracji dla przypowierzchniowych warstw wodonośnych na tym terenie. Pozwoli to w przyszłości lepiej zrozumieć procesy związane z migracją wód w tego rodzaju utworach.

OBIEKT BADAŃ

Badania przeprowadzono na obszarze Równiny Bielskiej, na północ od Bielska Podlaskiego w okolicach wsi Haćki, Proniewiczze i Hryniewiczze Duże (rys. 1). Na zachodzie teren badań sięgał po krańce wsi Rajsk, Kolonie Rajsk, na wschodzie do doliny Orlanki. Północną granicę wyznacza wieś Hryniewiczze Małe, a południową Proniewiczze.

METODY BADAŃ

W trakcie badań wykonano pomiary poziomu wody w studniach kopanych w miejscowościach Haćki, Hryniewiczze Duże, Hryniewiczze Małe i dawnych koloniach tych wsi. Pomiar wykonano w grudniu 2015 r. Wykonano również sondowania świdrem ręcznym w obniżeniach terenowych, w pobliżu cieków wodnych i naturalnych wypływów wody na powierzchnię terenu. Z wierceń pobrano próbki utworów wodonośnych, a następnie zbadano ich uziarnienie metodą areometryczną Prószyńskiego [Ostrowska, Gawliński, Szczubiałka 1991]. W oparciu o wyniki analiz uziarnienia oszacowano współczynniki filtracji. Do obliczeń zastosowano wzory: USBSC „amerykański” dla wszystkich utworów, Hazena-Tkaczukowej dla gruntów gliniasto-piaszczystych i pylastych i Hazena dla piasków [Pazdro 1983, Wieczysty 1982]. Dodatkowo w celu szerszego sprawdzenia wyników zastosowano wzór Seelheima. Ten ostatni jest jednym z polecanych jako dających wyniki zbliżone do metody próbných pompowań w odniesieniu do pyłu [Twardowski, Drożdżak 2006, 2010].



Rys. 1. Lokalizacja terenu badań: 1 – studnie, 2 – źródła i wysięki, 3 – sondowania, mniejsza cyfra oznacza głębokość do wody w metrach, 4 – tereny zabudowane, 5 – drogi główne, 6 – drogi polne
Fig. 1. Location of the research terrain: 1 – wells, 2 – springs and seepages, 3 – research points, smaller digit means depth to the water table [m], 4 – villages, 5 – main roads, 6 – country roads

WYNIKI BADAŃ

Ważnym aspektem przy opisywaniu warunków zalegania wód gruntowych pierwszego poziomu jest głębokość ich występowania. Wody przypowierzchniowe w dnach dolin i obniżeniach zalegają na głębokości 0,5–1,0 m. W 2015 roku w obniżeniu wytopiskowym na zachód od wsi Haćki stwierdzono je na głębokości od 0,5 do 1,5 m. Najpłycej znajdowały się one na obszarze torfowiska, w granicach 0,5 m, w miarę oddalania od środka obniżenia głębokość wzrastała do 1,5 m za Górą Zamek, a w rejonie skarpy nie udało się ich nawiercić (rys. 1). W obniżeniu na wschód od Haćki występowanie wód gruntowych zanotowano na głębokości 0,5–0,8 m i tu nie zaobserwowano obniżenia poziomu w stosunku do lat 2013–2014. Równie płytko jak w obniżeniach, wody gruntowe spotykane są w bezpośrednim sąsiedztwie rzek Białej i Orlanki, a także ich bezimiennych dopływów. Obszary te w rejonie Haćki zajmują blisko 10 km², czyli ponad 21% badanej powierzchni [Micun 2014b].

Na wyżej położonych terenach warstwy przepuszczalne tworzą lokalne warstwy wodonośne,

dłatego zwierciadło wód podziemnych znajduje się na różnych poziomach. Na badanym obszarze stwierdzono je na głębokości od 1,1 do 6,1 m (rys. 1). Najpłycej wody gruntowe występowały w pobliżu obniżień terenowych. We wschodniej części wsi Haćki, Kolonii Jaseń, Proniewiczach i Hryniewiczach Dużych głębokość ich zalegania wahała się od 0,8 do 2,1 m. Najgłębiej występowały w Hryniewiczach Małych (6,1 m), w zachodniej części Haćki (5,3 m) oraz w Kolonii Podjabłonie (5,0 m). W trakcie pomiarów w październiku 2013 i lipcu 2014 zmienność poziomu tych wód wynosiła 0,2–0,3 m [Micun 2014b]. W grudniu 2015 roku w większości przypadków mierzony poziom był niższy o około 0,3 m.

W obrębie wzniesień pojawiają się wody płytsze zwane „wierzchówkami”. Warstwę wodonośną tworzą wtedy niewielkie przewarstwienia piaszczyste wśród glin lub pyłów. Obecność takich wód stwierdzono w kemie nieopodal Hryniewicz Dużych na skraju obszaru opracowania na głębokości 1,5–1,8 m. Podobnie, wody zawieszone stwierdzono w wale kemowym w obniżeniu wytopiskowym Haćki, 100 m na południe od wiercenia nr 4 [Banaszuk i in. 1996].

Głębokość zalegania wód podziemnych w dolinie Orlanki w rejonie Hryniewicz Dużych wynosi od 0,5 do 1 m. Na obszarach piaszczystych tarasu nadzalewowego osiąga 1,5 m (Kolonia Jelinka). Wody te są związane z piaszczystymi osadami aluwialnymi i fluwioglacjalnymi.

Na badanym obszarze stwierdzono obecność okresowego źródła i kilku wysięków. Źródło zlokalizowane jest w polu, 750 m na północny-zachód od ostatnich zabudowań wsi Haćki. Jest to źródło warstwowe, o niewielkiej wydajności. W grudniu 2015 r. woda zaledwie się sączyła. Ma ono jednak wyraźnie wykształconą niszę, której tylna ściana osiąga wysokość prawie 2 m (rys. 2). Opisane w roku 2014 źródło, położone 500 m na zachód od Hryniewicz Dużych [Micun 2014b], w czasie badań było suche. Obecność okresowych wysięków stwierdzona została pod skarpą za Górą Zamek i u podnóża kemu w okolicy Hryniewicz Dużych.

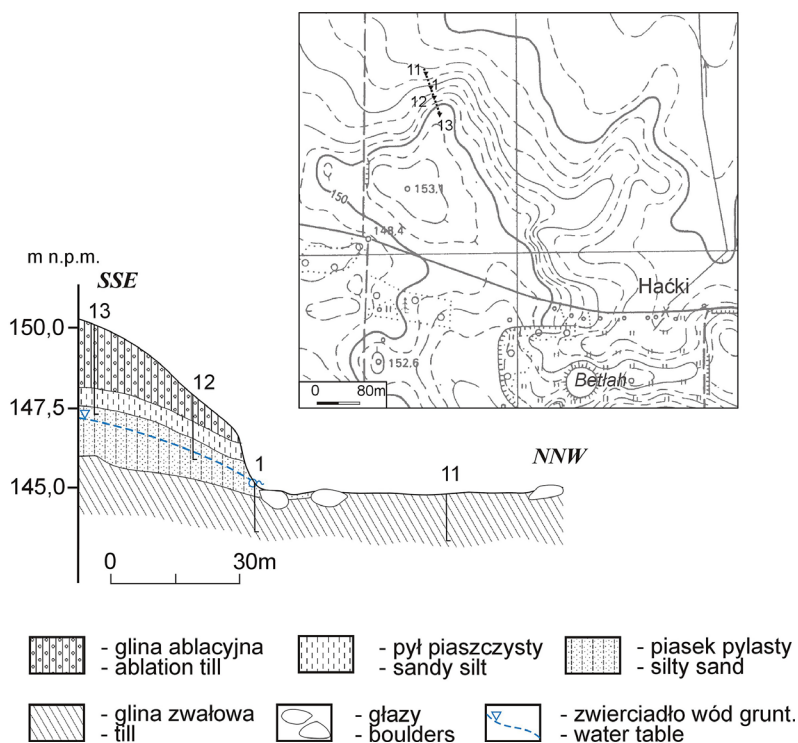
Na badanym obszarze największą powierzchnię zajmują utwory pyłowe. Występują one w środkowej części opracowanego terenu. Rozległy płat ich występuje również na zachód od drogi nr 19 (rys. 3). Miąższość tych utworów jest zróżnicowana i wynosi od kilkudziesięciu centymetrów do kilkunastu metrów. W obniżeniu wytopiskowym w Haćkach wzrasta do ponad 70 m [Ber 2005]. W miejscach, gdzie grubość warstwy pyłów nie przekracza 1,5 m, występują one z reguły

na glinach lub piaskach gliniastych, często pylastych. Jedynie w budowie pagórków kemowych, pyły zalegają na piaskach drobnoziarnistych [Mycielska-Dowgiało i inn. 1995] lub naprzemiennie z nimi [Micun 2014a].

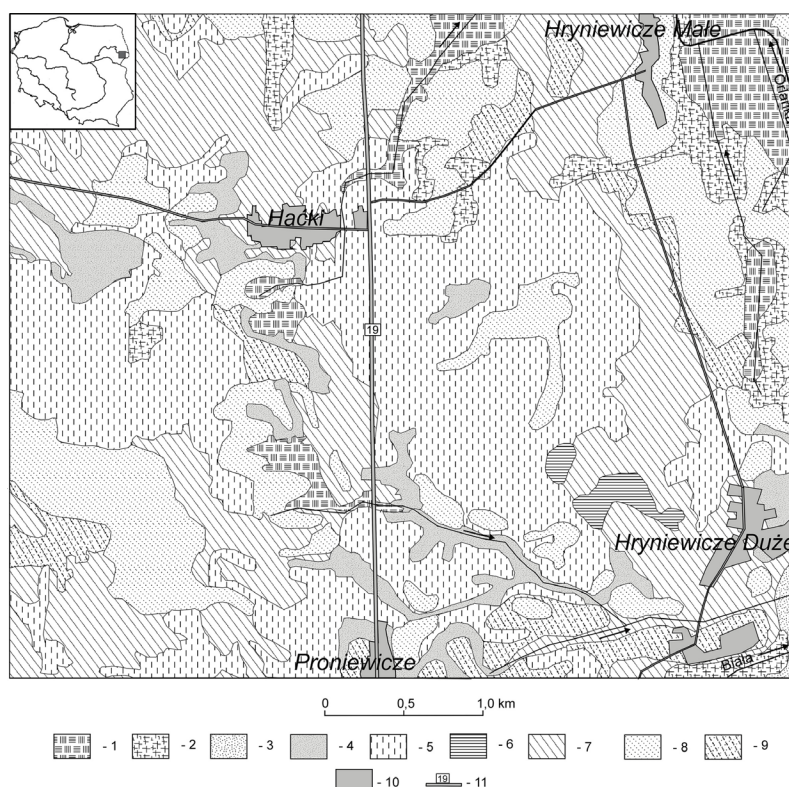
Na północny-zachód od Haciek przeważają stosunkowo płytkie gliny, podścielone piaskami różnoziarnistymi. Największy płat glin rozciąga się od Haciek w kierunku Rajaska. Miąższość glin wynosi od około 1 m do ponad 3 m. Drugi obszar występowania glin znajduje się na wschodzie, pomiędzy wsiami Hryniewiczze Małe i Hryniewiczze Duże (rys. 3).

Większe powierzchnie piaszczyste spotykane są na obrzeżach terenu, na północny-wschód od Haciek, na południe od Hryniewicz Małych w pobliżu doliny Orlanki i na północny zachód od Proniewicz (rys. 3). Miąższość piasków nie przekracza kilku metrów. Poniżej spotykane są pyły i iły zastoiskowe, rzadziej gliny.

W dnach obniżeń terenowych i dolin spotykane są torfy i mursze. Zajmują niewielkie powierzchnie pod Haćkami i Proniewiczami, a także taras zalewowy doliny Orlanki i Białej w rejonie Hryniewicz Dużych. W dnach mniejszych dolin przeważają deluwia wykształcone jako piaski, piaski pylaste, pyły, a niekiedy również gliny (rys. 3). Miąższość tych utworów wynosi maksymalnie 2,3 m, a przeważnie nie przekracza 1,5 m [Micun 2015].



Rys. 2. Przekrój przez okresowe źródło na północny-zachód od Haciek
Fig. 2. Cross-section of the periodic spring in the NW Haćki village



Rys. 3. Utwory powierzchniowe na Równinie Bielskiej na północ od Bielska Podlaskiego: 1 – torfy, 2 – mursze, 3 – piaski aluwialne, 4 – deluwia, 5 – pyły, 6 – ły i pyły ilaste, 7 – gliny, 8 – piaski, 9 – piaski gliniaste i naglinowe, 10 – tereny zabudowane, 11 – drogi

Fig. 3. Lithology of the Bielska Plain near Bielsk Podlaski: 1 – peat, 2 – muck, 3 – alluvial sand, 4 – colluvium, 5 – silt, 6 – clay and clayey silt, 7 – till, 8 – sand, 9 – loamy sand, 10 villages, 11 – roads

Należy zatem stwierdzić, że na obszarze badań, wody gruntowe pierwszego poziomu, a także lokalnie pojawiające się wody przypowierzchniowe, występują w plejstocenijskich utworach lodowcowych, wodnolodowcowych i zastoiskowych, a także w holocenijskich deluwacjach i utworach mineralno-organicznych

Utwory wodonośne pierwszego poziomu w tej części Równiny Bielskiej cechuje przewaga ziaren frakcji drobnopiaszczystych lub pyłowych. Największy udział frakcji piaszczystej zanotowano w próbce z sondy nr 10, w której osiąga aż 95%, najmniejszy w próbce z sondy nr 41 – 13% (tab. 1). Zawsze są to piaski drobnoziarniste, z przewagą ziaren 0,125–0,25 mm lub 0,1–0,125 mm. Udział ziaren tych frakcji przekracza niekiedy 60%, jak ma to miejsce w utworach z wierceń nr 2, 4, 10 i studni nr 7 (tab. 1). Prawie zawsze te utwory charakteryzują się znaczną domieszką pyłów grubych, sięgającą 36% (studnia nr 7). Całkowita zawartość ziaren frakcji pyłowej przekracza w tych próbkach nawet 40%. W próbkach z sondowań nr 24 i 31 (wyschnięte źródło pod Hryniewiczami Dużymi), dodatkowo udział frakcji ilowej przekraczał 20%. W próbce z wiercenia

nr 3 (wysięk u podnóża skarpy za Górą Zamek) i w wierceniach 40, 41 oraz w studni nr 39 dominowały ziarna frakcji pyłowej, których zawartość maksymalnie wynosiła 66%. Były to głównie pyły grube (0,05–0,1 mm) stanowiące do 49% całej próbki.

Takie wykształcenie utworów wodonośnych decyduje bezpośrednio o warunkach filtracji. W pracy oszacowano współczynnik filtracji wykorzystując kilka wzorów empirycznych. Tylko wzory USBSC „amerykański”, Hazena-Tkaczukowej i Seelheima można było zastosować do wszystkich analizowanych próbek (tab. 2).

Według wzoru amerykańskiego wartość współczynnika filtracji utworów wodonośnych z rejonu Haciek wynosi od poniżej 0,001 do 3,80 m³·d⁻¹ (metra na dobę) Najwyższy współczynnik miały utwory z wiercenia nr 10, pobrane z głębokości 1,5 m. Dla utworów ze studni nr 7 współczynnik filtracji wynosił 0,78 m³·d⁻¹, a w wierceniach nr 4 – 0,43 m³·d⁻¹. W pozostałych przypadkach miał wartość mniejszą niż 0,2 m³·d⁻¹. Dla utworów pobranych z wierceń nr 31 (wyschnięte źródło koło Hryniewicz Dużych), 40, 41 i studni nr 43, wartość współczynnika filtracji oszacowana przy

Tabela 1. Uziarnienie utworów wodonośnych na Równinie Bielskiej w rejonie Haciek (średnica ziarna w mm)
Table 1. Granulometry of the water-bearing deposits in the Bielska Plain near Hački willage

Nr próbki	Głębokość [m]	2,0	0,5	0,25	0,125	0,1	Piasek	0,05	0,02	Pył	0,005	0,002	<0,002	∑
		1	0,7	7,6	7,5	11,7	13,2	11,0	51,0	21,3	20,3	41,6	2,8	1,8
2	1,1	0,0	1,2	2,7	26,0	30,1	60,0	14,0	16,0	30,0	4,0	0,0	6,0	10,0
3	0,3	0,0	2,6	13,0	8,5	6,0	30,0	18,0	41,0	59,0	7,0	1,0	3,0	11,0
4	1,2	0,0	0,8	3,1	51,5	11,6	67,0	16,0	11,0	27,0	2,0	0,0	4,0	6,0
5	0,6	2,8	16,8	10,7	12,6	7,2	50,0	13,0	23,2	36,1	9,3	0,9	3,7	13,9
6	0,8	0,0	0,0	4,1	7,4	37,6	49,0	17,0	24,0	41,0	7,0	0,0	3,0	10,0
7	1,7	0,0	0,0	0,2	38,9	21,9	61,0	36,0	1,0	37,0	1,0	0,0	1,0	2,0
10	1,5	0,0	1,0	33,2	57,1	3,7	95,0	2,0	0,0	2,0	0,0	1,0	2,0	3,0
24	1,3	0,0	9,0	6,4	17,7	7,9	41,0	11,0	27,0	38,0	11,0	2,0	8,0	21,0
31	1,1	0,0	10,4	12,3	15,1	5,2	43,0	9,0	25,0	34,0	17,0	0,0	6,0	23,0
39	0,3	0,0	0,0	0,3	0,7	18,0	19,0	49,0	17,0	66,0	10,0	2,0	3,0	15,0
40	0,7	0,0	0,0	8,5	17,3	7,2	33,0	17,0	22,0	39,0	8,0	0,0	20,0	28,0
41	1,3	0,0	0,0	0,4	0,9	11,7	13,0	42,0	24,0	66,0	9,0	3,0	9,0	21,0
43	1,2	0,0	0,0	14,5	19,5	9,0	43,0	21,0	20,0	41,0	6,0	5,0	5,0	16,0

pomocy wzoru amerykańskiego była mniejsza niż $0,001 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ (tab. 2).

Według wzoru Hazena-Tkaczukowej wartości współczynnika filtracji przedstawiały się podobnie. Najwyższy współczynnik wynosił $3,41 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ i miały go utwory z wiercenia nr 10. Dla utworów pobranych ze studni nr 7 współczynnik wynosił $0,76 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$. Pozostałe wartości nie przekraczały $0,2 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$.

Znacznie wyższe wartości współczynnika filtracji dały szacowania przy użyciu wzoru Se-

elheima. Dla próbki nr 10 współczynnik wynosił $13,57 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$. Wartości powyżej $1 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ obliczono dla utworów z wierceń 1, 2, 4, 5, 6 oraz studni nr 7 i 39. Wynosiły one od 1,21 do $5,44 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$. Najniższą wartość współczynnika obliczono tym wzorem dla utworów z wiercenia nr 3 (okresowy wysięk pod skarpią) i wynosiła ona $0,69 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$.

W przypadku utworów piaszczystych o w miarę jednorodnym uziarnieniu zastosowano dodatkowo wzory Hazena (tab. 2). Maksymalne wartości współczynnika filtracji obliczone z

Tabela 2. Wartości współczynnika filtracji (k_{10}) utworów wodonośnych w rejonie Haciek
Table 2. The permeability coefficient of the water-bearing deposits from Hački village vicinity

Nr próbki	Głębokość [m]	Wzór empiryczny				
		USBSC „amerykański”	Hazena	Hazena uproszcz.	Hazena-Tkaczukowej	Seelheima
1	0,7	0,173	*	*	0,061	3,197
2	1,1	0,173	*	*	0,009	3,715
3	0,3	0,086	*	*	0,033	0,691
4	1,2	0,432	0,432	1,052	0,053	5,443
5	0,6	0,086	*	*	0,013	3,110
6	0,8	0,086	*	*	0,036	3,024
7	1,7	0,778	3,802	3,766	0,755	3,888
10	1,5	3,802	16,934	17,016	3,411	13,565
24	1,3	0,086	*	*	0,000	0,950
31	1,1	0,000	*	*	0,002	0,950
39	0,3	0,173	0,864	0,849	0,170	1,210
40	0,7	0,000	*	*	0,000	0,778
41	1,3	0,000	*	*	0,000	0,950
43	1,2	0,000	*	*	0,001	1,728

* - nie stosuje się, jeśli współczynnik niejednorodności uziarnienia $U \geq 5$.

zastosowaniem tych wzorów wynosiły około $17 \text{ m}\cdot\text{d}^{-1}$. Dla utworów ze studni nr 7 współczynnik filtracji ze wzoru Hazena wyniósł około $3,8 \text{ m}\cdot\text{d}^{-1}$, ze studni nr 39 – $0,85 \text{ m}\cdot\text{d}^{-1}$, a z wiercenia nr 4 – $0,43$, a ze wzoru uproszczonego $1,05 \text{ m}\cdot\text{d}^{-1}$.

Szacowania współczynnika filtracji wykazały, że wody pierwszego poziomu w okolicach Haciek występują w ośrodkach o niskim i bardzo niskim współczynniku filtracji. Uzyskane wartości w większości przypadków oscylują w przedziale $0,2 - 1,0 \text{ m}\cdot\text{d}^{-1}$. Tylko materiał pochodzący z wiercenia nr 10 wyróżniał się znacznie wyższym współczynnikiem przekraczającym $3,5 \text{ m}\cdot\text{d}^{-1}$. Stosunkowo wysokie wartości współczynnika filtracji obliczono także dla utworów pobranych ze studni nr 7 i wiercenia nr 4.

DYSKUSJA

Głębokość zalegania pierwszego poziomu wód gruntowych na badanym terenie nie odbiega od przeciętnych głębokości występowania tego poziomu na całym obszarze Równiny Bielskiej. Tereny w pobliżu wsi Haćki na Równinie Bielskiej cechuje stosunkowo płytkie zaleganie wód gruntowych. Stwierdzono je na głębokościach od kilkudziesięciu centymetrów do 2 m w obniżeniach terenowych i maksymalnie nieco ponad 5 m na powierzchniach wyżej położonych.

Podobną głębokość zalegania wód gruntowych w obniżeniu Haciek stwierdzono w latach 90-tych ubiegłego wieku. Zarejestrowano je wtedy odpowiednio na głębokości 2 – 2,5 m w pobliżu skarpy, 1 – 1,5 m za Górą Zamek i 0,6 – 0,7 m w pobliżu torfowiska [Banaszuk i inn. 1996, Banaszuk, Kondratiuk 2005]. W latach 2013 – 2014 znajdowało się ono około 0,2 – 0,8 m wyżej niż w grudniu 2015. Na przykład w pobliżu torfowiska pod linią wysokiego napięcia wody gruntowe stwierdzono na głębokości 0,1 – 0,3 m [Micun 2014b], podczas gdy w 2015 w tym miejscu nawiercono je na głębokości 1,1 m.

Pod względem litologicznym, badany obszar wyróżnia obecność znacznych powierzchni pyłów i piasków bardzo drobnoziarnistych pylastych wykształconych jako mułki glacialimiczne i zastoiskowe [Mojski, Nowicki 1961, Mojski 1972, Ber 2005, Brud, Kmieciak 2006]. Tego typu utwory, często rytmicznie warstwowe i naprzemianległe, budują zarówno kulminacje opisywanego terenu, jak również występują w obniżeniach i dolinkach. Pyły grube i drob-

ne oraz piaski drobnoziarniste budują kemy w Haćkach, Hryniewiczach Małych, na północny-wschód od Proniewicz i zachód od Hryniewicz Dużych. Pyły utworzone jako mułki zastoiskowe i glacialimiczne wypełniają dna większości obniżeń i dolin na opisywanym terenie [Ber 2005, Micun 2014a]. Na powierzchni są one przykryte deluwiami wykształconymi w postaci pyłów piaszczystych, piasków gliniastych i niekiedy glin [Micun 2015]. W części północno-zachodniej charakteryzowanego obszaru, dominują gliny lodowcowe, wykształcone jako gliny średnie i gliny lekkie pylaste [Micun 2014a]. Również na wierzchołkach wzniesień pojawiają się gliny ablacyjne i zwałowe. Taka sytuacja litologiczna sprawia, że pierwszy poziom wód gruntowych jest często nieciągły. W miejscach wyżej usytuowanych pojawiają się wody zawieszane, o których wcześniej wspominali Banaszuk i inn. [1996]. Dna dolin niewielkich cieków na znacznych odcinkach wyścielone są trudno przepuszczalnymi pyłami, pyłami ilastymi i pylasto-piaszczystymi deluwiami. W takiej sytuacji wody powierzchniowe nie mają kontaktu z poziomem wód gruntowych. Płyną one tylko w korycie cieku, nie przenikają w głąb, ani nie są zasilane przez wody gruntowe. Następuje zatem jedynie przerzut wód doliną. Sytuacja taka ma miejsce na przykład w dolince koło Proniewicz na odcinku na wschód od drogi krajowej nr 19.

Opisane rozmieszczenie utworów powierzchniowych determinuje warunki zalegania płytkich wód gruntowych w rejonie Haciek i odróżnia go od pozostałej części Równiny Bielskiej. Utwory wodonośne pierwszego poziomu wód gruntowych na terenie badań stanowią piaski średnioziarniste, piaski drobnoziarniste i piaski drobnoziarniste zaglinione lub z pyłem. Następstwem tego są niskie i bardzo niskie wartości współczynnika filtracji. Zawierają się one w przedziale od poniżej $0,001 \text{ m}\cdot\text{d}^{-1}$ do $3,8 \text{ m}\cdot\text{d}^{-1}$. Dolne wartości przedziału oznaczają utwory półprzepuszczalne, co w zasadzie wyklucza je jako utwory wodonośne. Zgodnie z klasyfikacją Pazdro [1983], górne wartości przedziału odpowiadają gruntom średnio przepuszczalnym, większość zaś zaliczyć należy do słabo przepuszczalnych. Oszacowane wartości zasadniczo nie odbiegają od opisywanych w literaturze wartości współczynnika filtracji dla podobnych utworów [Michalak 1989, Lipiński 2003].

Wielkości współczynnika filtracji obliczane dla tych samych utworów z zastosowaniem

różnych wzorów znacząco się od siebie różnią. Zwracają uwagę wartości wyższe, uzyskane przy wykorzystaniu wzoru Seelheima i zaniżone, otrzymane ze wzoru Hazena-Tkaczukowej. W pierwszym przypadku rząd wielkości uzyskanych wyników nie odbiega od podawanych w literaturze [Pazdro 1983]. W przypadku wzoru Hazena-Tkaczukowej, uzyskane wyniki są z reguły o 1 rząd niższe niż opisywane w literaturze, na co również zwrócili uwagę Twardowski i Drożdżak [2010].

Obserwowana w terenie, lepsza niż oszacowane wartości współczynnika filtracji, przepuszczalność gruntów, paradoksalnie może wynikać z niejednorodności uziarnienia. Występujące w obrębie całej warstwy wodonośnej soczewki, laminy utworów grubszych, niż wskazują uśrednione wyniki analiz uziarnienia, prawdopodobnie umożliwiają szybsze przemieszczanie w poziomie wód gruntowych w wodonoścu.

Uzyskane wyniki pokazują jednak na zdecydowanie niekorzystne warunki migracji płytkich wód podziemnych w rejonie Haciek

WNIOSKI

1. Pierwszy poziom wód gruntowych w rejonie Haciek na Równinie Bielskiej zalega stosunkowo płytko. W obniżeniach terenowych wody tego poziomu znajdują się na głębokości 0,5–1,5 m, a na pozostałym terenie na głębokości od 2 do 5 m.
2. Warstwę wodonośną pierwszego poziomu na tym terenie tworzą piaski średnioziarniste, piaski drobnoziarniste, często piaski drobnoziarniste z pyłem oraz pyły. Miąższość utworów wodonośnych jest niewielka i wynosi od kilkudziesięciu centymetrów do 1–2 metrów.
3. Utwory wodonośne w rejonie Haciek należą do słabo przepuszczalnych i średnio przepuszczalnych, a także półprzepuszczalnych. Ich współczynnik filtracji zawiera się w przedziale od poniżej $0,001 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ do $3,8 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$. Tak niska przepuszczalność determinuje małą wydajność pierwszego poziomu wód gruntowych na badanym obszarze.

Podziękowania

Badania zostały zrealizowane w ramach pracy nr S/WBiIŚ/1/2014 i sfinansowane ze środków na naukę MNiSW.

LITERATURA

1. Banaszuk H., Banaszuk P., Kondratiuk P., 1996. Gleby na terenie prehistorycznej osady w Haćkach w okolicach Bielska Podlaskiego. *Roczniki Gleboznawcze* 47(1/2), 113–122.
2. Banaszuk P., Kondratiuk P., 2005. Przekształcenia rzeźby i rozwój gleb w obniżeniu wokół „Góry Zamkowej”. [W:] J.B. Faliński, A. Ber, Z. Kobyliński, A.J. Kwiatkowska-Falińska (red.) *Haćki zespół przyrodniczo-archeologiczny na Równinie Bielskiej*. Białowieska Stacja Geobotaniczna Uniwersytetu Warszawskiego. Białowieża, 75–80.
3. Ber A., 2005. Warunki geologiczne i geomorfologiczne powstania zespołu kemów w Haćkach. [W:] J.B. Faliński, A. Ber, Z. Kobyliński, A.J. Kwiatkowska-Falińska (red.) *Haćki zespół przyrodniczo-archeologiczny na Równinie Bielskiej*. Białowieska Stacja Geobotaniczna Uniwersytetu Warszawskiego. Białowieża, 9–29.
4. Brud S., Kmieciak M., 2006. Objąszenia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, Arkusz Bielsk Podlaski. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa, 7–30.
5. Kondratiuk P., 1995. Zmiany w rzeźbie okolic Haciek powstałe w wyniku prehistorycznego i nowożytnego osadnictwa. [W:] *Człowiek a środowisko. Referaty i postery 44 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*. Toruń, 58–61.
6. Lipiński J., 2003. Zależność współczynnika filtracji w glebach wytworzonych z utworów pyłowych od ich fizycznych właściwości. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie T. 3 z. 1 (7)*, 205–213.
7. Michalak J., 1989. Odpyły podziemny. [W:] U. Soczyńska (red.) *Warunki hydrologiczne. Fizycznogeograficzne podstawy modelowania*. PWN Warszawa, 222–246.
8. Micun K., 2014a. Budowa geologiczna okolic wsi Haćki na Równinie Bielskiej. [W:] D. Wołkowycki (red.) *Przyroda okolic wsi Haćki na Równinie Bielskiej*. Białystok, 33–61.
9. Micun K., 2014b. Warunki hydrologiczne okolic wsi Haćki. [W:] D. Wołkowycki (red.) *Przyroda okolic wsi Haćki na Równinie Bielskiej*. Białystok, 61–71.
10. Micun K., 2015. Analiza procesów i przekształceń dolin denudacyjnych Równiny Bielskiej. *Inż. Ekol.* 43, 80–87.
11. Mioduszewski W., 1990. Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym. Wydaw. IMUZ, Falenty, 1–126.
12. Mioduszewski W., 2006. Woda na obszarach wiejskich. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie T. 6 z. 1 (16)*, 277–295.
13. Mojski J., 1972. *Nizina Podlaska*. [W:] *Geomorfologia Polski. T.2 (red. R. Galon)*. Wyd. Nauk.

- PWN, Warszawa, 318–373.
14. Mojski J.E., Nowicki A., 1961. Kemy okolic Bielska Podlaskiego. *Kwart. Geol.* 5(4), 950–951.
 15. Mycielska-Dowgiałło E., 1995. Wybrane cechy teksturalne osadów i ich wartość interpretacyjna. [W:] E. Mycielska-Dowgiałło, J. Rutkowski (red) *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników.* UW Wydz. Geogr. i St. Region. Warszawa, 29–105.
 16. Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z., 1991. *Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin.* Dział Wydawnictw IOŚ, Warszawa, 334.
 17. Pazdro Z., 1983. *Hydrogeologia ogólna.* Wyd. 3. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 354–467.
 18. Terpiłowski S., 2008. *Kemy jako wskaźnik deglacjacji Niziny Podlaskiej podczas zlodowacenia Warty.* Wydaw. UMCS, Lublin, 1–101.
 19. Twardowski K., Drożdżak R., 2006. Pośrednie metody oceny właściwości filtracyjnych gruntów. *Wiertnictwo Nafta Gaz* 23/1, 477–486.
 20. Twardowski K., Drożdżak R., 2010. Badanie poprawności wybranych wzorów empirycznych do oceny współczynnika filtracji gruntów. *Wiertnictwo Nafta Gaz* 27/4, 681–690.
 21. Twardowski K., Drożdżak R., Glazor A., 2006. Analiza porównawcza pośrednich metod oceny współczynnika filtracji gruntów. *Wiertnictwo Nafta Gaz* 23/2, 687–697.
 22. Wieczysty A., 1982. *Hydrogeologia inżynierska.* PWN, Warszawa, 715–738.