

BADANIA HYDROWĘZŁOWE NA TERENIE POŁA MOKOTOWSKIEGO W WARSZAWIE

UKD 556.332.4:624.193(438.111)

Aby uzyskać niezbędne dane do sformułowania koncepcji odwodnienia odcinka B-11 tunelu szlakowego metra drążonego metodą tarczową, Przedsiębiorstwo Geologiczne Budownictwa Wodnego „Hydrogeo” wykonało na zlecenie Biura Projektów Budownictwa Komunalnego i Specjalnego „Metroprojekt” badania hydrowęzłowe. W tym celu odwiercono 16 otworów badawczych tworzących węzeł hydrogeologiczny krzyżowy o studni centralnej i piezometrach zlokalizowanych w dwóch kierunkach: równoległym i prostopadłym do projektowanego tunelu szlaku B-11 metra. Rozmieszczenie otworów podano na ryc. 1.

Na badanym terenie do głębokości objętej wierceniami (tj. ok. 19 m) stwierdzono następujący schemat hydrogeologiczny (ryc. 2);

1. Pierwsza warstwa wodonośna zalegająca od powierzchni terenu do głębokości 4,5–7,0 m charakteryzuje się dużą zmiennością facjalną. Budują ją naprzemiangle utwory spoiście (gliny zwałowe), małospoiście (pyły) i sypkie (piaski o różnej granulacji). Woda występująca w sypkich przewarstwiach wśród glin posiada swobodne lub naporowe zwierciadło stabilizujące się na podobnej rzędnej, ok. 30,8 mn „0” W, co świadczy o więzi hydraulicznej między poszczególnymi pakietami gruntów sypkich. Warstwę tę potraktowano jako ośrodek półprzepuszczalny o znacznej pojemności wodnej, w którym dominuje pionowy kierunek filtracji. Głównym źródłem zasilania tej warstwy są wody opadowe.

2. Druga zasadnicza warstwa wodonośna wykształcona jest w postaci gruntów piaszczystych (żwiry, pospółki

i piaski różnej granulacji) o zmiennej miąższości, maks. do 7,4 m, w kierunku prostopadłym do tunelu metra osiąga miąższość 0,5 m (otw. H-10) lub wyklinowuje się (otw. H-12). Naporowe zwierciadło wód tej warstwy, o ciśnieniu 0,7–4,7 m, stabilizuje się na tej samej rzędnej, co zwierciadło wód pierwszej warstwy. Świadczy to o kontakcie hydraulicznym obu warstw.

3. Trzecia warstwa zbudowana z twar doplastycznych i półwartych glin praktycznie stanowi nieprzepuszczalny spąg struktury hydrogeologicznej.

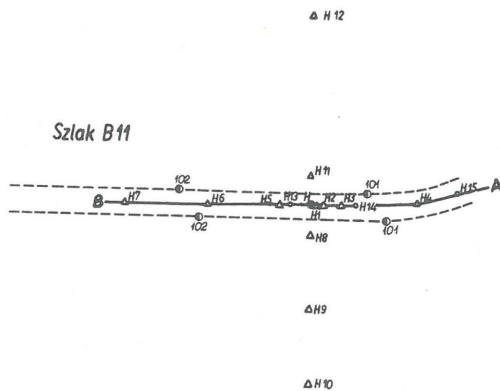
Głębokość zafiltrowania i konstrukcję otworów obserwacyjnych hydrowęzła dostosowano do wyżej opisanych warunków gruntowo-wodnych:

– piezometry nr H-1–H-11 zafiltrowane w drugiej zasadniczej warstwie wodonośnej, posłużyły do określenia niezbędnych parametrów hydrogeologicznych warstwy,

– piezometry nr H-13–H-15 zainstalowano w pierwszej warstwie wodonośnej w celu określenia łączności obu warstw,

– otwór nr H-12 nie został zafiltrowany z powodu nie stwierdzenia warstwy wodonośnej do głębokości 12,0 m ppt.

W tak wykonanym hydrowęzle po 24-godzinnym pompowaniu oczyszczającym i przerwie na stabilizację przeprowadzono pompowanie badawcze na jednym stopniu dynamicznym z wydajnością $Q = 4,0 \text{ m}^3/\text{h}$, przy depresji w studni $s = 5,07 \text{ m}$. Wyrażna stabilizacja zwierciadła wody nastąpiła po 7 dobach pompowania. Uzyskane podczas pompowania ustabilizowane depresje przedstawia poniższe zestawienie (tab. I).

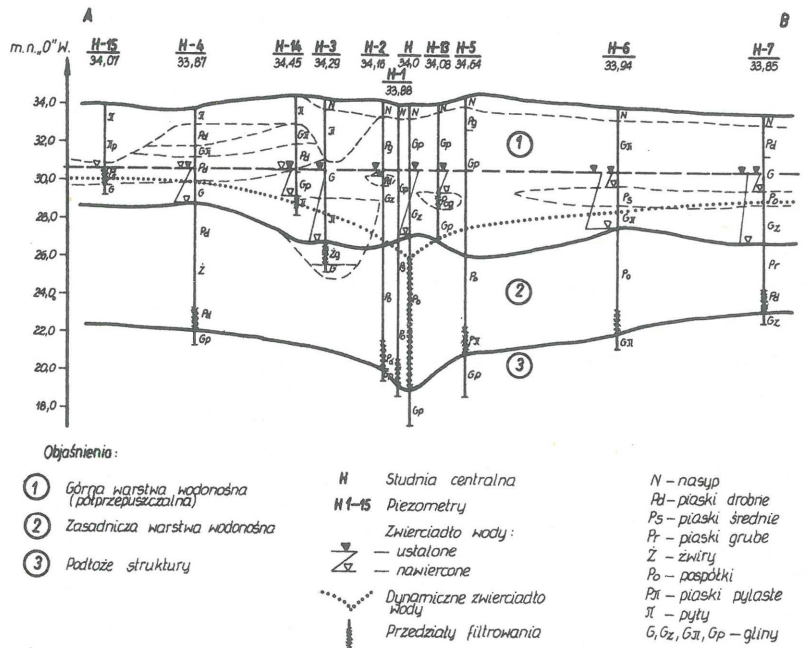


Ryc. 1. Schemat rozmieszczenia otworów węzła hydrogeologicznego

101, 102 – oś tunelu metra, H – studnia centralna, ΔH9 – piezometry dolnej warstwy, o H15 – piezometry górnej warstwy, A–B – linia przekroju hydrogeologicznego

Fig. 1. Scheme of hydrogeological observation network

101, 102 – axis of underground tunnel, H – central well, ΔH9 – observatory wells for lower layer, o H15 – observatory wells for upper layer, A–B – line of hydrogeological cross-section



Ryc. 2. Schematyczny przekrój hydrogeologiczny, skala 1 : $\frac{200}{1000}$

Fig. 2. Sketch hydrogeological cross-section in the scale 1 : $\frac{200}{1000}$

punkt obserwacyjny	piezometry II poziomu wodonośnego											piezom. I poziomu wodonośnego		
	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7	H-8	H-9	H-10	H-11	H-13	H-14	H-15
depresja S m	3,59	2,53	2,14	0,5	2,31	1,75	1,37	2,13	0,68	0,58	0,52	0,23	0,33	0,17

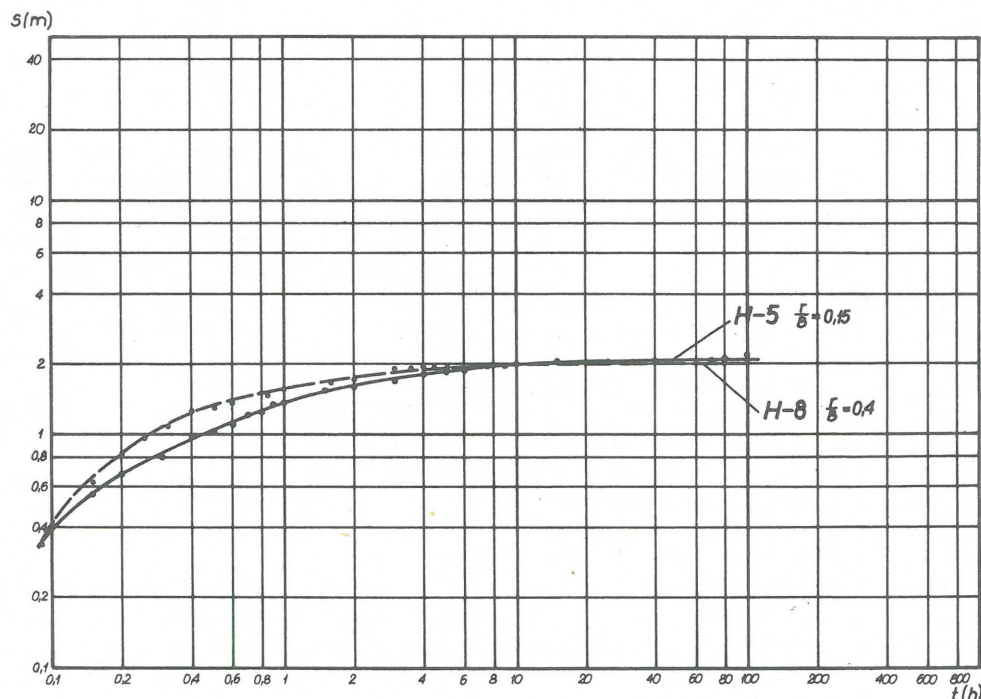
Ryc. 3. Wykresy wskaźnikowe $\lg s = f(\lg t)$ dla piezometrów H-5 i H-8Fig. 3. Curves $\lg s = f(\lg t)$ for piezometers H-5 and H-8

Tabela II

punkt obserwacyjny	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7	H-8	H-9
współrzędne punktu arbitralnego z	100	1,5	40	10	10	3	5	3
$E(z \frac{r}{B})$	0,35	0,27	0,130	0,24	0,24	0,125	0,15	0,125
$t(h)$	4,4	1,05	2,55	1,45	3,4	3,5	1	8,1
$S(m)$	2,15	1,4	0,7	1,51	1,2	0,91	1,6	0,4
$\frac{r}{B}$	0,1	0,1	0,4	0,15	0,15	0,4	0,4	0,4
$r(m)$	5	15	55	15	55	100	15	55
przewodność T (m^2/h)	0,65	0,77	0,74	0,636	0,79	0,55	0,375	1,25
współczynnik filtracji k (m/h) (m/S)	0,0878 $2,43 \times 10^{-5}$	0,10405 $2,89 \times 10^{-5}$	$2,77 \times 10^{-5}$	0,0859 $2,38 \times 10^{-5}$	0,1067 $2,96 \times 10^{-5}$	0,0742 $2,06 \times 10^{-5}$	0,05067 $1,4 \times 10^{-5}$	0,1689 $4,69 \times 10^{-5}$
współczynnik odsącz. sprężystej M_s	0,001144	0,00239	0,000156	0,00041	0,000089	0,00064	0,00033	0,001156
współczynnik piezoprzew. E (m^2/h)	568	322,17	4746	1550	8876	8578	1136	1121
współczynnik przesącz. B (m)	50	150	137,5	100	366	250	37,5	137,5
zasięg ustalonego lejka depresji, R (m)	560	168	154	112	410	280	42	154

gdzie: S , t – z wykresu doświadczalnego,
 E (Z), z – z wykresu krzywej wzorcowej.

Reakcja zwierciadła wody w piezometrach pierwszej warstwy wodonośnej nastąpiła z ok. 10-godzinnym opóźnieniem w stosunku do piezometrów drugiej warstwy, natomiast stabilizację zwierciadła wody w piezometrach pierwszej i drugiej warstwy osiągnięto w tym samym czasie. Dane pompowania badawczego zestawiono w postaci wykresów wskaźnikowych depresji w funkcji czasu:

$$\begin{aligned} \lg s &= f(\lg t) \\ s &= f(\lg t) \end{aligned}$$

Uzyskane wykresy wskazywały na naporowy charakter zasadniczej warstwy wodonośnej, dodatkowo zasilanej z przesączania z warstwy nadległej, oraz dużą zmienność warunków hydrogeologicznych. Interpretacji parametrów hydrogeologicznych dokonano na podstawie wykresów $\lg s = f(\lg t)$. Badając charakter krzywych doświadczalnych zidentyfikowano je z wykresami funkcji Hantusha (Waltona):

$$\frac{r}{B} = 0,1 - 0,4$$

Przykładowe wykresy wskaźnikowe dla piezometrów H-5 i H-8 przedstawia ryc. 3, natomiast komplet wykresów znajduje się w archiwum PGBW „Hydrogeo”. Dla wyznaczonych punktów arbitralnych uzyskano następujące wartości parametrów hydrogeologicznych (tab. II).

Analizując wyniki uzyskane z przeprowadzonych badań należy przyjąć, że:

– największe zasilanie następowало z kierunków zgodnych z osią projektowanego tunelu metra, natomiast najmniejsze z kierunków prostopadłych, gdzie utwory sypkie drugiej zasadniczej warstwy wodonośnej, wyklinowują się lub ich miąższość ulega znacznej redukcji;

– kontakt hydrauliczny pierwszej i drugiej warstwy wodonośnej jest utrudniony, na co wskazuje opóźniona o ok. 10 godzin reakcja zwierciadła wody w piezometrach zafiltrowanych w pierwszej warstwie;

– podczas prowadzenia robót odwodnieniowych należy liczyć się z dużymi trudnościami osuszania ośrodka gruntowego do spągu zasadniczej warstwy wodonośnej, spowodowanymi następującymi faktami:

a) zasadnicza warstwa wodonośna charakteryzuje się parametrami hydrogeologicznymi gruntów średnioprzepuszczalnych (wg klasyfikacji Z. Pazdry),

b) dodatkowym utrudnieniem będzie zasilanie z opóź-

nionego przesączania wód z nadległej warstwy półprzepuszczalnej o znacznej pojemności wodnej.

LITERATURA

1. Dąbrowski S., Przybyłek J. – Metodyka próbnych pompowań. Wyd. Geol. 1980.
2. Pazdro Z. – Hydrogeologia ogólna. Ibidem 1977.
3. Pich J. – Cel i problematyka badań środowiska przyrodniczego wzdłuż I linii metra w Warszawie. Mater. z symp. „Metro a środowisko przyrodnicze”. GDBM Warszawa 1986.

SUMMARY

The Warsaw Branch of the Geological Enterprise of Water Constructions (Hydrogeo) carried out pumping tests to gather data necessary for proper dewatering of soil massif in the section B-11 of the underground line, made by shield method. An observation network comprising central abstraction well and 15 observatory ones was formed and hydrogeological parameters determined on the basis of results of continuous step tests and with the use of the Hantush-Walton method. The studies made it possible to outline some problems which may be encountered during dewatering works, and selection of efficient method of dewatering.

РЕЗЮМЕ

В Геологическом Предприятии Водного Строительства „Гидрогео” в Варшаве были проведены гидроузловые исследования для получения данных необходимых для осушения грунтовой среды участка Б-11 туннеля метро, проходимого щитовым методом. Был изготовлен гидрогеологический крестовый узел состоящий из центрального колодца и 15 пьезометров.

На основании результатов исследовательского качания, проведенного на одной динамической степени, были определены гидрогеологические параметры методом Хантуша-Вальтона. Проведенные исследования сделали возможным определение вопросов, которые могут выступить при осушительных работах, а также применение эффективных методов осушения.