



W Y N I K I
I N T E R P R E T A C J I
badan geofizycznych i inspekcji telewizyjnej
w studni głębinowej nr 1
na ujęciu wód podziemnych
SUW „Zachodnia” w Milanówku

Inwestor : **Milanowskie Przedsiębiorstwo**
Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.
ul. Spacerowa 4
05-822 Milanówek

Zlecniodawca : **HYDROEKO - Biuro Poszukiwań i**
Ochrony Wód Sp. z o.o.
ul. Wąwozowa 25 lok. 48
02-796 Warszawa

Wykonawca : **BLWM Sp. z o.o.**
ul. Kozuchowska 20C
65-364 Zielona Góra

Numer projektu : **0270**

Opracowanie : mgr Renata Górka dr Tomasz Górka

1 Cel badań

Na podstawie umowy nr 0270/III/23 z dnia 19.04.2023 r. oraz oferty nr 0270/III/23/c z dnia 31.03.2023 r. firmie BLWM Sp. z o.o. powierzono zadanie wykonania badań geofizycznych i inspekcji telewizyjnej w studni głębinowej nr 1, zlokalizowanej na ujęciu wód podziemnych „SUW Zachodnia” w Milanówku. Celem badań była kompleksowa diagnostyka stanu technicznego otworu, z uwzględnieniem stopnia skorodowania kolumny rur okładzinowych, wypełnienia przestrzeni pierścieniowej za kolumną oraz rozkładu dopływów wód podziemnych do filtra. Badania obejmowały również realizację inspekcji telewizyjnej w warunkach statycznych i dynamicznych, umożliwiającą analizę ewentualnego problemu piaszczenia z odcinka czynnego.

2 Lokalizacja

- **Kraj** : Polska
- **Województwo** : mazowieckie
- **Powiat** : grodziski
- **Miejscowość** : Milanówek
- **Współrzędne geogr.** : N 52°07'40" E 20°39'25"

3 Informacje wstępne

Dane zlecniodawcy

- Zlecniodawca udostępnił kartę otworu wiertniczego, zawierającą dokumentację konstrukcyjną studni, litologiczny szkic przewierconych warstw geologicznych, wyniki badań i obliczeń hydrogeologicznych dla ujętej otworem warstwy wodonośnej, rodzaj i średnicę stosowanych narzędzi wiertniczych oraz informację dot. położenia zwierciadła wód podziemnych na czas realizacji wierceń.
- Odniesione do poziomu terenu dane głębokościowe z dokumentacji konstrukcyjnej studni zostały zachowane w niniejszej dokumentacji geofizycznej.
- Poniższe informacje zostały zaczerpnięte z karty otworu:

Średnica wiercenia : Wiercenie udarowo-mechaniczne w rurach Ø20"/18"
Rok budowy : 1975

Konstrukcja otworu : 0 - 20,0 m kolumna rur Ø 20"
0 - 45,0 m kolumna rur Ø 18" (usunięta z otworu)
12,5 - 29,7 m rura nadfiltrowa Ø 14"
29,7 - 41,2 m filtr Ø 14" (złącze na głęb. ~ 36,0 m)
41,2 - 45,0 m rura podfiltrowa Ø 14"

Funkcja : Otwór ujmujący wodę pitną z pokładów czwartorzędu
Rzędna wysokościowa : Poziom powierzchni terenu (p.t.) = 102,13 m n.p.m.

Dane zleceniobiorcy

Zwierciadło statyczne : 4,75 m p.p.t. (16.05.2023 podczas postępu studni nr 3)
Głowica studzienna : 0,25 m n.p.t.

4 Informacje dotyczące badań geofizycznych

- **Data pomiaru** : 16.05.2023
- **Punkt odniesienia** : poziom terenu
- **Rejestracja danych** : MZ / RG
- **Jednostka / aparatura** : M48 / Antares
- **Pomiary do głębokości** : 42,5 m
- **Program pomiarowy** :

TV-0	:	Inspekcja telewizyjna (w stanie spoczynku)
TV-1	:	Inspekcja telewizyjna (podczas pompowania)
CAL	:	Profilowanie średnicy
EMDS	:	Defektoskopia elektromagnetyczna
GR	:	Profilowanie gamma
NEUT	:	Profilowanie neutron-neutron
DENS	:	Profilowanie gamma-gamma gęstościowe
FLOW	:	Profilowanie przepływomierzem produkcyjnym
SAL	:	Profilowanie przewodności
TEMP	:	Profilowanie temperatury
- Zrealizowane badania diagnostyczne objęły statyczne badania geofizyczne (CAL, EMDS, GR, NEUT, DENS, FLOW-0-1/2, SAL/TEMP-0-1/2), badania podczas pompowania z wydajnością $\sim 9,5 \text{ m}^3/\text{h}$ (FLOW-1-1...3, SAL/TEMP-1-1...3), badania po pompowaniu, podczas wzniosu zwierciadła (FLOW-2, SAL/TEMP-2) oraz inspekcję telewizyjną w warunkach statycznych i dynamicznych. Pompowanie podczas badań hydrodynamicznych zostało w pełni zrealizowane przez MPWiK w Milanówku.
- Pomiary zestawem sond produkcyjnych realizowano wieloetapowo, wykonując pomiary w kierunku dna otworu z prędkością $\sim 10 \text{ m/min}$. Zarejestrowane krzywe z profilowania przepływomierzem produkcyjnym zostały skorygowane względem prędkości przemieszczania się urządzenia w otworze i średnicy wewnętrznej rur oraz przeliczone i przedstawione w jednostkach natężenia przepływu słupa wody [m^3/h].
- Pomiary przewodności elektrolitycznej (SAL) zostały przeliczone do stałej temperatury wynoszącej 25°C .
- Pomiar grubości ścian orurowania stalowego (defektoskopia elektromagnetyczna EMDS) jest pomiarem względnym co do odcinka orurowania o znanej grubości lub o grubości, która może zostać oszacowana z dużym prawdopodobieństwem. Z tego względu, jako przedział odniesienia dla badanego orurowania $\varnothing 20''$ został wybrany odcinek referencyjny 4,0 - 5,0 m, w którym zarejestrowano najbardziej stałe sygnały pomiarowe. Na podstawie porównania danych kalibracyjnych, grubość ścian orurowania $\varnothing 20''$ w tym interwale została wyznaczona na 11 mm. Wynik ten został skonfrontowany z normami dla rur o takiej samej średnicy oraz ustalony na podstawie różnicy pomiędzy wewnętrzną średnicą rur z profilowania CAL a zewnętrzną średnicą nominalną. Dla dokładniejszego

zobrazowania wyników, obok krzywej grubości ścian rur stalowych EMDS.WT [%] zostały przedstawione krzywe danych nieprzetworzonych z cewki A.

- Pomiedzy pomiarami geofizycznymi a inspekcją TV występują niewielkie różnice głębokości, które są uwarunkowane technicznie. Z uwagi na wyższą dokładność rejestratora głębokości wyciągu do badań geofizycznych, jest ona traktowana jako referencyjna.
- Poniższa tabela przedstawia przebieg pomiarów geofizycznych oraz prac im towarzyszących. Skróty nazw poszczególnych profilowań odpowiadają indeksom przedstawionym na diagramach (objaśnienie skrótów patrz rozdz. 8).

• **Przebieg pomiarów :**

16.05.2023		
Badania statyczne przed pompowaniem	07:45	Mobilizacja jednostki pomiarowej i przygotowanie do badań
	08:15	TV-0
	09:00	Pomiar zwierciadła wód podziemnych = 8,09 m
	09:17	CAL
	09:40	FLOW.Q/SAL/TEMP-0-1
	09:58	FLOW.Q/SAL/TEMP-0-2+ pomiar kalibracyjny
	10:08	Zaprogramowanie i montaż rejestratora ciśnieniowego

Badania dynamiczne podczas pompowania	10:12	Montaż pompy na głębokości ~ 11 m
	10:15	Pomiar zwierciadła wód podziemnych = 8,27 m
	10:48	Wyłączenie studni nr 3
	10:54	Rozpoczęcie pompowania z wydajnością ~ 9,5 m ³ /h
	11:03	Pomiar zwierciadła wód podziemnych = 9,35 m
	11:20	FLOW.Q/SAL/TEMP-1-1
	11:24	FLOW.Q/SAL/TEMP-1-2
	11:27	FLOW.Q/SAL/TEMP-1-3
	11:30	Pomiar zwierciadła wód podziemnych = 9,12 m
	11:33	Wyłączenie pompy i stabilizacja zwierciadła
	11:43	Pomiar zwierciadła wód podziemnych = 5,20 m
	12:00	Demontaż pompy
	12:00	Pomiar zwierciadła wód podziemnych = 5,15 m
	12:12	FLOW.Q/SAL/TEMP-2
	12:22	Ponowny montaż pompy głębokości ~ 11 m
	12:40	Rozpoczęcie pompowania
	12:20	TV-1
	13:05	Wyłączenie pompy i stabilizacja zwierciadła
	13:10	Demontaż pompy

Badania statyczne po pompowaniu	13:30	GR
	13:47	NEUT
	13:59	DENS-S/-L
	14:13	EMDS
	14:25	Zakończenie pomiarów i demobilizacja jednostki pomiarowej

Tab. 1 Przebieg badań geofizycznych oraz prac im towarzyszących

5 Wyniki badań geofizycznych

Wszystkie pomiary geofizyczne oraz wyniki ich interpretacji zostały graficznie przedstawione na załączonym diagramie, stanowiącym integralną część dokumentacji z badań (Dok. 2). Dodatkowo zaprezentowano na nim wybrane kadry z przeprowadzonej w otworze inspekcji telewizyjnej. Wyniki badań dają się podsumować w następujący sposób:

5.1 Litologia

- Z uwagi na stalową konstrukcję studni oraz związany z tym brak możliwości wykorzystania technik elektrometrycznych, weryfikacja profilu litologicznego ogranicza się wyłącznie do oceny litologii na podstawie wskaźnika zailenia. W kontekście strefowej wydajności otworu, mechanicznej kolmatacji materiałem drobnoziarnistym, ewentualnego napływu wód o podwyższonej mętności, w tym piaszczenia i pylenia z warstwy wodonośnej, jest to jednak ważny parametr analizowanej wzdłuż profilu formacji skalnej.
- Na podstawie przeprowadzonych badań GR ocenić można, że w zmierzonym interwale wykształcenie litologiczne w znacznym stopniu pokrywa się z opisanym w karcie otworu profilem geologicznym. Zarejestrowane krzywe pomiarowe potwierdzają występowanie w górnych partiach odcinka warstw o dominacji składników sypkich (opisanych w karcie otworu jako piaski średnio- i drobnoziarniste). Poniżej głębokości ~ 18,1 m zaznacza się wzrost udziału materiału drobnoziarnistego, w tym frakcji pylasto – ilastych, które tworzą pakiet utworów słaboprzepuszczalnych, opisanych jako gliny i bruk morenowy. Ich spąg, a zarazem strop ujętej otworem warstwy wodonośnej znajduje się na poziomie ~ 28,6 m, co zgodne jest z dokumentacją z wierceń. Pakiet glin najwyższym zaileniem charakteryzuje się do ~ 22,5 m, poniżej zawiera natomiast znaczną ilość frakcji piaszczystych.
- W obrębie warstwy wodonośnej, wysokie rejestrowane wartości mierzonego współczynnika API, również potwierdzają obecność formacji klastycznych o podwyższonym zaileniu (tj. piasków drobnoziarnistych, lokalnie pylastych). Rejestruje się je głównie na odcinku ~ 30,2 – 33,1 m. Poniżej obserwuje się natomiast nieznaczny spadek wskaźnika zailenia. Podwyższone wartości krzywej GR na tym odcinku mogą mieć dodatkowo podłoże w procesach kolmatacji mechaniczno-chemicznej (co potwierdza przeprowadzona w otworze inspekcja telewizyjna).
- Spąg warstwy wodonośnej, a jednocześnie strop podścielających warstwę glin zwałowych, zlokalizowano na głębokości ~ 40,1 m, tj. ~ 1,9 m płycej niż dokumentuje to zbiorcze zestawienie wyników wiercenia studziennego. Ma to wpływ na rozkład dopływów wód podziemnych do otworu z dolnych partii warstwy (por rozdz. 5.4).
- Podsumowując, w zmierzonym odcinku, ujętą filtrem warstwę budują w głównej mierze piaski o stosunkowo niejednorodnym (zmiennym z głębokością) charakterze wykształcenia, w tym wysokiej zawartości frakcji drobnych w partiach stropowych, która stopniowo zmniejsza się ku spągowi. Ogólnie można ocenić, że opis wykształcenia litologicznego górotworu w badanym odcinku został podczas realizacji prac wiertniczych przeprowadzony skrupulatnie, choć mało szczegółowo w odniesieniu do zawartości pyłów i ilów oraz dokładnego głębokościowego rozpoznania spągu warstwy.

5.2 Orurowanie i konstrukcja otworu

- Orurowanie studni nr 1 zostało badane technikami CAL, EMDS oraz pośrednio DENS-S. Otwór został skonstruowany w następujący sposób:
 - łącznik ze stali nierdzewnej (po rekonstrukcji obudowy studziennej),
 - kolumna stalowych rur okładzinowych $\varnothing 20''$,
 - kolumna filtrowa $\varnothing 11 \frac{3}{4}''$,
- Konstrukcja i stan techniczny otworu studziennego został podsumowany w poniższych podrozdziałach.

Kolumna rur okładzinowych $\varnothing 20''$

- Wykresy nieprzetworzonych danych z defektoskopii elektromagnetycznej EMDS (cewka A, element A1 do A9) charakteryzują się na całym odcinku pomiarowym regularnym, wysokim w rejestrowanych wartościach [mV], przebiegiem krzywych. Nie obserwuje się przy tym blokowo pojawiających się zmian poziomu sygnału, co wskazuje na zabudowę odcinków rur o jednorodnej grubości ścianki kolumny.
- Po przeliczeniu danych wyjściowych EMDS, kolumna rur stalowych $\varnothing 20''$ w zmierzonym odcinku rury okładzinowej (do $\sim 11,0$ m) nie wykazuje znacznych odchyłeń od referencyjnych wartości grubości ścianek. Użyto przez to rur o nominalnie stałych wartościach grubości. Jedynie lokalnie, na wahania związane z tolerancją materiałową mogą nakładać się niewielkie redukcje o podłożu korozyjnym. Na całym zmierzonym odcinku rury okładzinowej ubytek masy stali można zatem uznać za mały do bardzo małego, biorąc szczególnie pod uwagę pierwotny okres oddania otworu do eksploatacji. Należy przy tym wziąć pod uwagę to, że korozje punktowe oraz uszkodzenia takie jak pęknięcia i rysy mniejsze od $\frac{1}{4}$ obwodu rury nie są wykrywalne za pomocą techniki EMDS.
- Według profilowania średnicy (CAL) w interwale od 2,1 m do 11,4 m wewnętrzna średnica rur okładzinowych $\varnothing 20''$ waha się w zakresie ~ 477 do 483 mm. Na odcinku do $\sim 2,1$ m, w którym zabudowa obejmuje łącznik ze stali nierdzewnej, wzrasta ona do ~ 585 mm.
- Złącza rurowe w obrębie kolumny rur okładzinowych zostały zlokalizowane na następujących głębokościach (\sim): 5,6 m; 10,5 m.

Kolumna filtrowa $\varnothing 11 \frac{3}{4}''$

- Krawędź rury nadfiltrowej zlokalizowano na poziomie $\sim 11,4$ m p.p.t. Umiejscowiona jest ona stosunkowo centrycznie w obrębie kolumny rur okładzinowych.
- Kolumna filtrowa skonstruowana jest w następujący sposób:

11,4 - 29,5 m	Rura nadfiltrowa, \varnothing wewn. $\sim 274 - 283$ mm, skonstruowana z trzech odcinków rur pełnych stalowych o zróżnicowanej długości ($\sim 4,0$ m; $\sim 9,0$ m; $\sim 5,1$ m)
29,5 - 39,9 m	Filtr, \varnothing wewn. $\sim 270 - 281$ mm, skonstruowany z dwóch odcinków stalowych rur perforowa- nych otworowo ze złączem na głębokości $\sim 35,3$ m; dolna część jest zasypana – nie osiągnięto dolnej krawędzi filtra
- Na podstawie profilowania średnicy rur (CAL) stwierdzić można, że powierzchnia rur niemal na całym odcinku kolumny jest mocno chropowata, a lokalnie obserwuje się za-

wężenia średnicy, będące wynikiem obecności twardych pokryw inkrustacyjnych, głównie występujących w obrębie środkowych partii rury nadfiltrkowej i perforacji filtra.

- Studnia dla poszczególnych sond pomiarowych drożna była do głębokości ~ 42,5 m. Poniżej poziomu ~ 39,9 m zarejestrowano zawężenie średnicy, które jest spowodowane obecnością zasypu, w obręb którego częściowo zanurzyła się sonda. Jeżeli, zgodnie z przedłożoną dokumentacją, w otworze zabudowano rurę podfiltrkową o długości ~ 3,8 m, a dolna część filtra wynosi ~ 5,1 m to w obrębie orurowania znajduje się ~ 4,3 m osadów.
- Elementy kolumny (w szczególności górna krawędź filtra oraz rury nadfiltrkowej) znajdują się na nieco odmiennej głębokości niż dokumentowana w karcie otworu. Różnica w ich posadowieniu wynosi odpowiednio ~ 0,2 m oraz ~ 1,1 m, co po części może być efektem obrania nieco różnego punktu odniesienia na czas realizacji robót wiertniczych i badań geofizycznych. Dolna krawędź filtra, z powodu zasypu, nie została osiągnięta pomiarami.
- Materiał z jakiego są wykonane rury kolumny oraz ich średnica zgadzają się z dokumentacją archiwalną. Niemniej jednak dodatkowy łącznik ze stali nierdzewnej charakteryzuje się nominalną średnicą $\varnothing 24''$. Średnica wewnętrzna w obrębie filtra jest mocno nieregularna, co świadczy o obecności twardych inkrustacji na powierzchni ścian, a co potwierdza zapis zrealizowanej w otworze inspekcji telewizyjnej.
- Złącza rurowe w obrębie kolumny filtrkowej zlokalizowano na następujących głębokościach (~): 15,4 m; 24,4 m; 29,5 m; 35,3 m. Złącza miejscowo zaznaczają się silnie jako znaczne poszerzenia średnicy, co przypuszczalnie jest związane ze słabszym ich dokręceniem podczas rurowania otworu.
- Dodatkowe wnioski względem wnętrza orurowania (według inspekcji TV), można podsumować w następujący sposób:

Element konstrukcyjny	Charakterystyka
Obudowa studni	<ul style="list-style-type: none"> – obudowa naziemna termoizolacyjna, – w obrębie obudowy usytuowana jest jedna kolumna rur ze stali nierdzewnej, jej górna krawędź znajduje się ~ 0,15 m n.p.t. bezpośrednio poniżej podstawy obudowy, w obrębie płyty betonowej, na której jest ona posadowiona; – rury ze stali nierdzewnej zostały wprowadzone do otworu w wyniku przedłużenia kolumny rur okładzinowych, w trakcie rekonstrukcji obudowy, zbudowanej z betonowych kręgów, – ich but zalega na głębokości ~ 2,01 m p.p.t. i jest połączony z fragmentem kolumny rur stalowych $\varnothing 24''$, które nie są dokumentowane w karcie otworu,
Ściana rur pełnych	<ul style="list-style-type: none"> – ściana kolumny rur powyżej zwierciadła jest chropowata, o morfologii wskazującej na podłoże korozyjne; poniżej ~ 4,2 m pokryta cienkimi nalotami barwy jasno - żółtej, – poniżej zwierciadła ściana pokryta jest stosunkowo twardymi osadami o barwie ochry żelazowej, które nie odrywają się od niej przy pionowym ruchu kamery, – na głębokości ~ 11,5 m uwidacznia się górna krawędź traconej kolumny filtrkowej, a jej górna część pokryta jest zarówno twardymi nalotami o żółtawej barwie jak i miękkimi osadami,

	<p>które pod wpływem ruchu kamery odrywają się od ścianki orurowania,</p> <ul style="list-style-type: none"> – wraz ze wzrostem głębokości ilość twardych, jak i miękkich osadów wzrasta; lokalnie przyjmują one postać pokryw inkrustryjnych obejmujących cały obwód rury; poniżej ~ 27 m niewykluczona jest przy tym obecność osadów biogenych,
Zwierciadło wód podziemnych	<ul style="list-style-type: none"> – podczas badań zwierciadło stabilizowało się na głęb. ~ 7,94 m – powierzchnia zwierciadła nieznacznie mętna, z pojedynczymi okruchami unoszącymi się na tafli,
Słup wody	<ul style="list-style-type: none"> – widoczność umiarkowana do złej podczas inspekcji prowadzonej w warunkach statycznych; w wyniku inspekcji prowadzonej podczas pompowania klarowność słupa wody w obrębie kolumny filtrowej jedynie nieznacznie się polepsza, jednakże słup wody jest stosunkowo zmętniony, ze znaczną ilością materiału w nim zawieszonego; w celu poprawy widoczności inspekcję kontynuowano z obiektywem kamery skierowanym na ściany otworu, – wraz ze wzrostem głębokości klarowność słupa wody pogarsza się, co ma związek ze zwiększającą się w nim ilością zawiesiny i wzrostem mętności, – w obrębie górnych partii filtra widoczność mocno spada, co jest dodatkowo spowodowane strąceniem materiału zdeponowanego na ściankach orurowania,
Złącza rurowe	<ul style="list-style-type: none"> – złącza rurowe są gwintowane; uwidacznia się na nich od kilku do kilkunastu zwojów gwintowych, – z powodu dużej ilości nalotów i inkrustacji nie wszystkie złącza rurowe dają się inspekcyjnie zlokalizować; ich położenie zostało jednak potwierdzone profilowaniem średnicy, – w obrazie video brak jest jednoznacznych śladów ich ewentualnej nieszczelności,
Filtr	<ul style="list-style-type: none"> – złącze będące górną krawędzią filtra, z powodu bardzo dużej ilości osadów, nie daje się zlokalizować inspekcyjnie; wg badań CAL lokuje się na poziomie ~ 29,5 m; – filtr według udostępnionej dokumentacji ma konstrukcję siatkową; szkielet filtra tworzy rura stalowa, perforowana otworowo, – perforacje filtra są pokryte osadem (pierwsze zauważalne na inspekcji prowadzonej w warunkach dynamicznych pojawiają się na głęb. ~ 29,9 m), ich prześwit jest miejscowo znacznie ograniczony; siatka filtracyjna jest w przeważającej mierze niewidoczna, zaobserwować ją można jedynie w górnych partiach filtra; poniżej głębokości ~ 30,9 m widoczność drastycznie spada, co uniemożliwia ocenę stanu technicznego jakichkolwiek elementów orurowania,

Dno otworu	– na poziomie ~ 39,9 m natrafiono na zasyp, uformowany z miękkiego materiału osadowego i na tym inspekcję zakończono.
------------	---

5.3 Przestrzeń pierścieniowa

- Wypełnienie przestrzeni poza kolumną rur osłonowych $\varnothing 20''$ podsumowuje poniższe zestawienie:

0,0 - 2,1 m	Brak wypełnienia lub bardzo luźne upakowanie materiału wypełniającego przestrzeń za rurą w odcinku zrekonstruowanym (bardzo niskie wartości gęstości objętościowej materiału, ewentualnie jego częściowe wypłukanie w strefie przyotworowej),
2,1 - 3,6 m	Wypełnienie materiałem piaszczystym (suchym) o nieco zmiennej z głębokością porowatości i gęstości objętościowej (przypuszczalnie przez samozasyp przewierconej formacji skalnej lub częściowo urobkiem wiertniczym),
3,6 - 11,3 m	Wypełnienie materiałem piaszczystym (mokrym) o nieco zmiennej z głębokością porowatości i stosunkowo jednorodnej gęstości objętościowej (przez samozasyp przewierconej formacji skalnej); możliwe luźne upakowanie materiału wypełniającego w interwałach ~ 3,0 – 4,2 m oraz ~ 9,6 – 10,1 m.
poniżej 11,3 m	Brak danych pomiarowych dot. wypełnienia
- W wyniku interpretacji pomiarów radiometrycznych (DENS, NEUT) ocenia się, że przestrzeń pierścieniowa za kolumną rur okładzinowych niemal na całej długości pomiarowej jest wypełniona poprzez samozasyp przewierconej formacji skalnej materiałem piaszczystym o lokalnie zmiennej z głębokością porowatości i gęstości objętościowej. W najbardziej przypowierzchniowym odcinku (tj. w interwale obejmującym zasypaną starą obudowę studzienną) brak jest wypełnienia bezpośrednio przylegającego do ściany rur lub upakowanie materiału wypełniającego jest bardzo luźne.
- Pomiary zostały wykonane do głębokości zalegania traconej kolumny filtrowej, przez co brak jest możliwości weryfikacji obecności uszczelnienia technicznego (korek łożowy) za kolumną rur okładzinowych $\varnothing 20''$. Szczelności konstrukcji, na podstawie analizy pomiarów dynamicznych, została opisana poniżej.
- Na podstawie przeprowadzonych profilowań neutronowych ocenia się, że na czas prowadzenia badań, granica strefy saturacji (nasycenia wodą) w obrębie pierwszego poziomu wodonośnego znajdowała się na poziomie ~ 3,6 m.

5.4 Warunki hydrodynamiczne i hydrochemiczne

Poniższe wyniki pomiarów i ich interpretacje odnoszą się do panujących w trakcie realizacji badań warunków hydraulicznych i hydrochemicznych w studni, przy czym należy wziąć pod uwagę, że warunki dynamiczne w studniach bezpośrednio sąsiadujących mogą mieć wpływ na wyniki pomiaru.

Statycznie (w stanie spoczynku)

- Zwierciadło wód podziemnych w stanie spoczynku stabilizowało się na ~ 8,09 m p.p.t. (podczas pracy studni nr 3) oraz na ~ 4,75 m p.p.t. (podczas postoju studni nr 3).
- W stanie równowagi hydrostatycznej obserwuje się następujące wartości przewodności i temperatury w profilu otworu:

Element konstrukcyjny	Głębokość	Przewodność [mS/cm] w T = 25°C	Temperatura [°C]
Rura okładzinowa	8,1 - 11,4 m	~ 0,91	~ 10,1
Rura nadfiltrowa	11,4 - 29,5 m	~ 0,91 => 0,89	~ 10,1
Filtr	29,5 - 39,9 m	~ 0,88	~ 10,1
Rura podfiltrowa	Brak danych pomiarowych		

Tab. 2 Parametry fizykochemiczne słupa wody w studni nr 1 w stanie spoczynku

- W stanie równowagi hydrostatycznej, od zwierciadła wód podziemnych aż do górnej krawędzi filtra (oraz nieco głębiej, do ~ 31,6 m) obserwuje się wartości przewodności rzędu ~ 0,89 - 0,91 mS/cm [25°C] z nieznaczną tendencją spadkową w kierunku dna otworu. Poniżej tego poziomu, mineralizacja wód przyjmuje stałe wartości ~ 0,88 mS/cm [25°C] aż do końcowej głębokości pomiarowej. Profil zarejestrowanej w stanie spoczynku temperatury wskazuje na stałe wartości mierzonego parametru rzędu ~ 10,1 °C na całym mierzonym odcinku.
- Na podstawie analizy krzywych FLOW.Q-0-1/2 i SAL-/TEMP-0-1/2 oraz powyżej zestawionych obserwacji nie obserwuje się silnego pionowego ruchu słupa wody w otworze w stanie spoczynku. Nie da się go jednak całkowicie wykluczyć poniżej ~ 31,6 m.

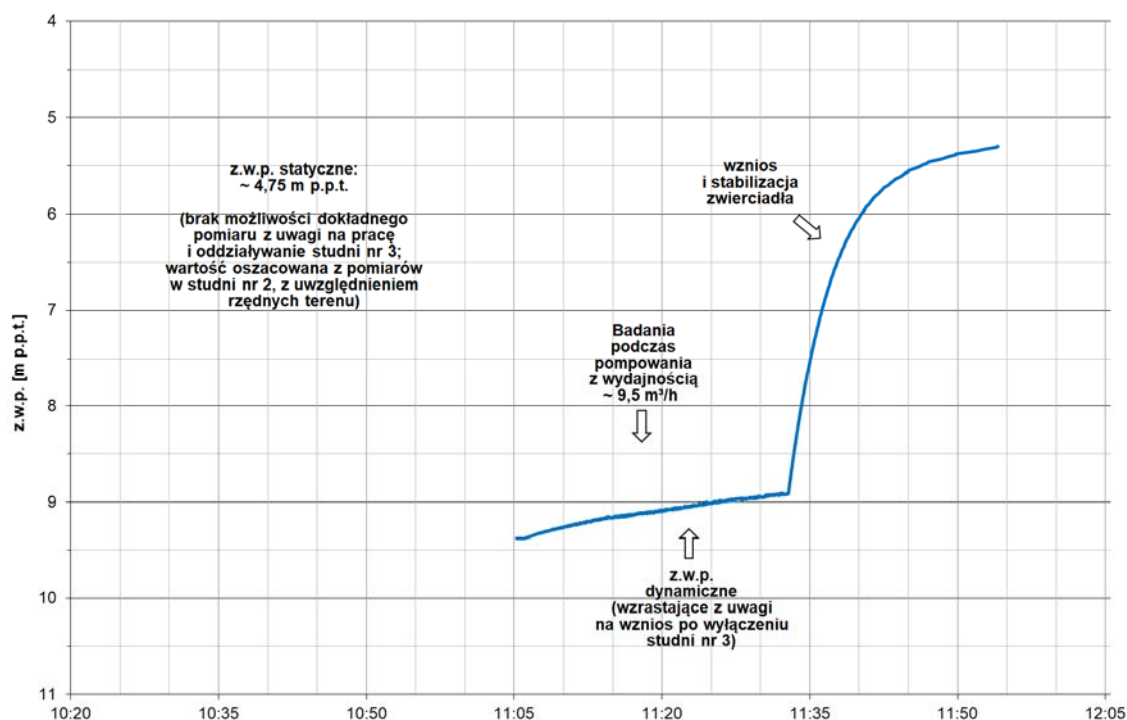
Dynamicznie (podczas pompowania)

- Podczas pompowania z wydajnością ~ 9,5 m³/h wyznaczono na podstawie pomiarów FLOW.Q-1-1...3 następujący rozkład dopływu wód podziemnych do filtra:

Głębokość [m]	Dopływy przy wydajności pompowania ~ 9,5 m³/h			
	%	m³/h	m³/h na 1 m filtra	m³/h na 1 m filtra / 1mS
29,5 - 31,2	29	2,8	1,6	0,4
31,2 - 35,4	18	1,7	0,4	0,1
35,4 - 37,8	37	3,5	1,5	0,3
37,8 - 39,9	16	1,5	0,7	0,2

Tab. 3 Rozkład dopływów do części czynnej kolumny filtrowej

- zwierciadło statyczne: 4,75 m p.p.t.
 - zwierciadło dynamiczne: 8,92 m p.p.t.
 - depresja: 4,17 m
 - wydajność na przepływowomierzu FLOW: $\sim 9,5 \text{ m}^3/\text{h}$
 - wydajność jednostkowa: $2,28 \text{ m}^3/\text{h}/1\text{mS}$
- Podczas pompowania z wydajnością $\sim 9,5 \text{ m}^3/\text{h}$ zwierciadło wód podziemnych obniżyło się o 4,17 m z 4,75 m na 8,92 m (pomiar rejestratorem ciśnieniowym). To odpowiada wydatkowi jednostkowemu wynoszącemu $2,28 \text{ m}^3/\text{h}$ na 1 m depresji. Należy jednak przy tym zaznaczyć, że z uwagi na wcześniejszą pracę pompy i znaczny wpływ studni sąsiadującej, zwierciadło dynamicznie podczas prowadzenia badań nie było w pełni ustabilizowane (obserwowano ciągły jego wznios po wyłączeniu studni nr 3). Dodatkowo, z tej samej przyczyny brak jest możliwości dokładnego pomiaru położenia zwierciadła statycznego. Jego wartość oszacowana została z pomiarów w studni nr 2, z uwzględnieniem różnic rzędnych terenu. Rzeczywista wydajność jednostkowa otworu może wypaść zatem nieco inna, a prezentowaną należy traktować jako przybliżoną. Średni właściwy wydatek jednostkowy filtra wynosi $0,2 \text{ m}^3/\text{h mS}$ na 1 m filtra. Wartości wydatku jednostkowego w przeliczeniu na 1 m filtra dla poszczególnych stref dopływu prezentuje tabela dopływów (Tab. 3). Pomiar położenia zwierciadła wód podziemnych w studni prezentuje rycina 1.



Ryc. 1. Położenie zwierciadła wód podziemnych w studni 1 podczas realizacji badań (dane z rejestratora ciśnieniowego skrócone do czasu realizacji pomiarów dynamicznych)

- Analizując krzywe FLOW.Q-1-1/2 ocenić można, że rozkład wody do filtra jest stosunkowo nierównomierny, jednak nie tak silnie jak ma to miejsce w przypadku równolegle analizowanej studni nr 2. Przy wydajności pompowania $\sim 9,5 \text{ m}^3/\text{h}$ objętościowo najwięcej wody do otworu dopływa w środkowym odcinku filtra w interwale $\sim 35,4 - 37,8 \text{ m}$ ($\sim 37\%$). Najwyższą właściwą wydajnością jednostkową w przeliczeniu na 1 m filtra charakteryzuje się przy tym strefa przy górnej krawędzi filtra $\sim 29,5 - 31,2 \text{ m}$, dwukrotnie przekraczając średnią wydajność jednostkową całej części czynnej. Na czas realizacji ba-

dań, jednostkowo najmniej aktywnymi fragmentami filtra były interwały $\sim 31,2 - 35,4$ m oraz $\sim 37,8 - 39,9$ m. Z uwagi jednak na łączny odcinek czynny, dopływało w nich $\sim 34\%$ wód podziemnych.

- Mineralizacja dopływającej wody na niemal całym zmierzonym odcinku przyjmuje wartości wyższe w stosunku do tych zarejestrowanych w czasie spoczynku. Wahają się one w granicach $\sim 0,89 - 0,99$ mS/cm [25°C], przy czym wody dopływające w dolnej strefie charakteryzują się zauważalnie wyższą mineralizacją. Nie zmienia się ona przy tym znacznie z czasem trwania eksploatacji. Najbardziej anomalne wartości mierzonego parametru obserwuje się przy górnej krawędzi filtra, gdzie dopływają wody o najniższej przewodności. Przebieg krzywej temperatury podczas pompowania charakteryzuje się niewielkim spadkiem parametru wraz z głębokością, a wartości oscylują na poziomie $\sim 9,9 - 10,1^{\circ}\text{C}$.
- Na podstawie analizy krzywych pomiarowych z indeksem „-1”, podczas pompowania, rejestruje się pewną strefowość hydrogeochemiczną w obrębie otworu. Jest to zauważalne szczególnie w mineralizacji dopływających do otworu wód. W strefie poniżej $\sim 31,2$ m dopływają wody o wyższej przewodności a różnica pomiędzy wodami dopływającymi z dołu a zmieszany słupem wody z obu dopływów wynosi ~ 90 $\mu\text{S/cm}$.
- Porównując profile zarejestrowane w stanie spoczynku oraz podczas pompowania ocenia się, że w najpłytszych partiach filtra, zarówno śladowo w stanie spoczynku oraz podczas pompowania, do otworu dopływać mogą wody pochodzące z nadległej warstwy wodonośnej. Oznaczałoby to brak szczelności konstrukcji, a w szczególności szczelności posadowionej w utworach słaboprzepuszczalnych kolumny rur okładzinowych $\varnothing 20''$.

6 Podsumowanie

- Na podstawie przeprowadzonych badań geofizycznych konstrukcję studni nr 1 należy uznać za zgodną z dostarczoną dokumentacją (zbiorczym zestawieniem wyników wiercenia). Niemniej jednak obserwuje się różnice w głębokościowym usytuowaniu poszczególnych elementów kolumny filtrowej (górnej krawędzi filtra oraz krawędzi rury nadfiltrowej), które wynoszą odpowiednio $\sim 0,2$ m i $\sim 1,1$ m. Po części może to być efektem obrania nieco różnego punktu odniesienia na czas realizacji robót wiertniczych i badań geofizycznych. Powyższe nie wpływa jednak wydatkowo na warunki eksploatacji.
- Opis wykształcenia litologicznego górotworu w badanym odcinku został podczas realizacji prac wiertniczych przeprowadzony skrupulatnie, choć mało szczegółowo w odniesieniu do zawartości frakcji pylastej oraz dokładnego głębokościowego rozpoznania położenia spągu warstwy wodonośnej. Przewierconą formację skalną tworzą w głównej mierze piaski o zróżnicowanym charakterze uziarnienia, miejscowo jednak o dość podwyższonym wskaźniku zailenia. Wzrost udziału materiału drobnoziarnistego (pylasto - ilastego), zaznacza się głównie poniżej $\sim 18,1$ m oraz w dolnych partiach otworu poniżej $\sim 40,1$ m. Ujęty filtrem odcinek warstwy wydaje się przez to być bardziej zailony niż wskazuje na to rozpoznanie litologiczne z okresu wierceń. Może to częściowo wpływać na zaobserwowany podczas prowadzenia badań dynamicznych nieco nierównomierny rozkład dopływów wód do części czynnej.
- W wyniku przeprowadzonych w otworze badań nie stwierdzono przerwania ciągłości zarówno kolumny rur okładzinowych jak i kolumny filtrowej $\varnothing 11 \frac{3}{4}''$. Na podstawie profilowania średnicy rur (CAL) stwierdzić można, że powierzchnia rur jest stosunkowo nierówna. Odcinkowo obserwuje się zawężenia średnicy, będące wynikiem obecności twar-

dych pokryw inkrustacyjnych, głównie występujących w obrębie środkowej i dolnej części rury nadfiltrowej oraz w filtrze.

- Na podstawie badań defektoskopowych EMDS kolumna rur okładzinowych nie wykazuje znacznych odchyłeń od referencyjnych wartości grubości ścianek, a redukcje, które mogą być uwarunkowane materiałowo, nie są znaczne. Użyto przez to rur o nominalnie stałych wartościach grubości ścianki. Biorąc pod uwagę pierwotny okres oddania otworu do eksploatacji, wagowy ubytek masy stali można uznać za mały. Należy jednak przy tym podkreślić, że na podstawie realizowanej w otworze inspekcji telewizyjnej, ściana kolumny rur powyżej zwierciadła wód podziemnych jest miejscowo chropowata, o morfologii wskazującej również na podłoże korozyjne.
- Przestrzeń pierścieniowa za kolumną rur okładzinowych niemal na całej długości pomiarowej jest wypełniona poprzez samozasyp przewierconej formacji skalnej materiałem piaszczystym o lokalnie zmiennej z głębokością porowatości i gęstości objętościowej. W najbardziej przypowierzchniowym odcinku (tj. w interwale obejmującym zasypaną starą obudowę studzienną) brak jest wypełnienia bezpośrednio przylegającego do ściany rur lub upakowanie materiału wypełniającego jest bardzo luźne. Na podstawie przeprowadzonych profilowań neutronowych ocenia się, że na czas prowadzenia badań, zwierciadło wód podziemnych w obrębie pierwszego poziomu wodonośnego znajdowało się na poziomie $\sim 3,6$ m.
- Rozkład dopływów wody do filtra jest stosunkowo nierównomierny, jednak nie tak silnie jak ma to miejsce w przypadku równolegle analizowanej studni nr 2. Przy wydajności pompowania $\sim 9,5$ m³/h objętościowo najwięcej wody do otworu dopływa w środkowym odcinku filtra w interwale $\sim 35,4 - 37,8$ m ($\sim 37\%$). Najwyższą właściwą wydajnością jednostkową w przeliczeniu na 1 m filtra charakteryzuje się przy tym strefa przy górnej krawędzi filtra $\sim 29,5 - 31,2$ m. Najmniej aktywnymi fragmentami filtra były interwały $\sim 31,2 - 35,4$ m oraz $\sim 37,8 - 39,9$ m.
- Na podstawie realizowanej w otworze inspekcji telewizyjnej perforacje filtra są w znacznym stopniu pokryte osadem, a ich prześwit jest znacznie ograniczony. Siatka filtracyjna w środkowym i dolnym odcinku jest w przeważającej mierze niewidoczna, co jest efektem kolmatacji głównie o podłożu chemicznym.
- Podczas pompowania rejestruje się strefowość hydrogeochemiczną w obrębie otworu, co jest zauważalne szczególnie w mineralizacji dopływających do filtra wód. W strefie poniżej $\sim 31,2$ m dopływają wody o nieco odmiennej przewodności, przez co nie da się wykluczyć, że w najpłytszych partiach filtra do otworu dopływać mogą wody pochodzące z nadległej warstwy wodonośnej. Uważa się przez to, że konstrukcja otworu nie zapewnia należytej izolacji hydraulicznej w obrębie przestrzeni pierścieniowej, przez co możliwa jest migracja wód za orurowaniem pomiędzy poziomami wodonośnymi. Zarówno przepływ w warunkach równowagi hydrostatycznej, anomalne wartości przewodności, jak i najwyższe rejestrowane wydajności jednostkowe podczas pompowania, które skoncentrowane są głównie przy górnej krawędzi filtra, sugerują napływ wód pochodzących z płycej położonego poziomu. Może mieć to wpływ na warunki fizykochemiczne, w tym intensywniejszy rozwój procesów kolmatacji chemicznej oraz okresowe obciążenie mikrobiologiczne ujmowanych otworem wód.

7 Zalecenia

Wariant A (działanie nr 1 – regeneracja otworu)

- Na podstawie przeprowadzonych badań ocenia się, że otwór studzienny nr 1 jest w stanie technicznym umożliwiającym dalszy pobór wód podziemnych. Zaobserwowany jednak trzykrotny spadek wydajności jednostkowej w stosunku do okresu realizacji wierceń ($6,97 \Rightarrow 2,28 \text{ m}^3/\text{h}/1\text{mS}$) wymusza prowadzenie w otworze zabiegów regeneracyjnych w celu jego usprawnienia. Zaleca się je do przeprowadzenia w pierwszej kolejności. W wyniku analizy danych z badań przepływomierzem produkcyjnym ocenia się, że powyższe zabiegi powinny w szczególności objąć strefy $\sim 31,2 - 35,4 \text{ m}$ oraz $\sim 37,8 - 39,9 \text{ m}$. Podczas ewentualnego prowadzenia powyższych prac należy pamiętać jednak, że rura nadfiltrowa i filtr są pokryte osadem w stopniu uniemożliwiającym pełną ocenę ich stanu technicznego. Mogą przez to wykazywać korozję i redukcję grubości ścianki w skali, w której ich stan lokalnie może nie wytrzymać zbyt intensywnych metod renowacji (np. jettingu wysokociśnieniowego lub metod pneumoimpulsowych).
- W celu ewentualnego doboru najlepszego rozwiązania regeneracji studni nr 1, rozważyć należy zatem następującą kolejność działania:
 1. Wybranie zasypu z dolnych partii filtra i rury podfiltrowej.
 2. Wykonanie regeneracji jedną z poniższych metod mechanicznych:
 - płukanie niskociśnieniowe + odpompowywanie,
 - regenerację metodami ultradźwiękowymi + odpompowywanie,

Uważa się, że z uwagi na przypuszczalny słabszy stan techniczny kolumny filtrowej i z tym powiązany brak możliwości stosowania metod uznanych za bardziej inwazyjne, najlepsze rezultaty powinny przynieść metody hydrodynamiczne niskociśnieniowe i ultradźwiękowe. Z uwagi jednak na fakt, że krajowe firmy specjalizujące się w czyszczeniu studni nie zawsze dysponują pełnym wachlarzem metod, pozostawia się szerszą możliwość doboru, ewentualnie możliwość łączenia technik renowacji mechanicznej.

3. Wykonanie regeneracji metodą chemiczną.

Dobór odpowiednich odczynników chemicznych możliwy jest po wykonaniu analiz laboratoryjnych osadów ze studni. Z wcześniejszych doświadczeń wynika, że najlepsze rezultaty regeneracji chemicznej uzyskuje się odczynnikami będącymi w stanie jak najbardziej obniżyć pH w obrębie otworu i strefy przyotworowej. Przy doborze odczynników oraz ich stężenia, podczas prowadzenia powyższych prac, pod szczególną uwagę należy wziąć jednak ich wpływ na elementy konstrukcyjne studni (rury stalowe, uszczelki, siatkę filtracyjną, żyłkę dystansowa, itp.), aby nie uległy korozji, uszkodzeniu i/lub osłabieniu materiałowemu. Dobór odczynnika i jego stężenia pozostawia się do oceny wyspecjalizowanej firmie z odpowiednim doświadczeniem w prowadzeniu tego typu prac.

Zwraca się natomiast uwagę na to, że część środków regeneracyjnych (w tym w szczególności wysoko stężonych kwasów) jest w stanie trwale uszkodzić siatkę filtracyjną, dlatego nie powinno się ich stosować na konstrukcjach tego typu. Nie zaleca się przy tym prowadzenia regeneracji chemicznej w sposób statyczny, tj. poprzez wprowadzenie odczynnika i poleganie na jego oddziaływaniu w czasie. Najkorzystniejsze wyniki uzyskuje się przy jego jednoczesnej cyrkulacji w obrębie otworu.

4. Kontrola skuteczności zabiegów regeneracji (pompowania pomiarowe + powtórzone geofizyczne badania hydrodynamiczne FLOW + inspekcja TV).

- Przy prowadzeniu powyższych prac zaleca się stosowanie do Wytycznych Renowacji Studni Wierconych (opublikowanych w zeszycie specjalnym Izby Gospodarczej „Wodociągi Polskie” we wrześniu 2021 roku).
- Przy prowadzeniu prac regeneracyjnych oraz ich planowaniu inwestorowi zwraca się uwagę na fakt, że proces starzenia się studni jest procesem naturalnym, a czas w którym studnia pracuje z najwyższą możliwą wydajnością skraca się z każdym kolejnym zabiegiem czyszczenia. Zaleca się jednak aby realizację zabiegów regeneracyjnych rozpocząć już przy 20% spadku wydajności początkowej (tj. przy sprawności 80%), uniemożliwiając w ten sposób zaawansowany rozwój procesów kolmatacji. Nierzadko regeneracje wykonywane z większą częstotliwością, z uwagi na ich mniejszą złożoność i dobór prostszych metod, wypadają ekonomicznie korzystniej.

Wariant B (działanie nr 2 – rekonstrukcja otworu)

- Sugerując się tym, że studnia obecnie znajduje się na poziomie sprawności $\sim 33\%$, jej powrót do stuprocentowego stanu wyjściowego jest mało prawdopodobny. W przypadku gdyby efekty regeneracji miały okazać się niezadawalające lub ich koszt miał przekraczać koszty rekonstrukcji, mając na uwadze stan techniczny otworu, w tym w szczególności zaobserwowane nieszczelności konstrukcji i możliwość migracji wód pomiędzy poziomami wodonośnymi, eksploatatorowi ujęcia, w ramach działania bardziej długofalowego, zaleca się również rozważenie możliwości przeprowadzenia rekonstrukcji otworu, polegającej na wymianie całej kolumny filtrowej. Przy takiej ewentualności, biorąc pod uwagę drobnoziarniste wykształcenie warstwy wodonośnej, mogące analogicznie do równoległe badanej studni nr 2 powodować problemy z pyleniem lub piaszczeniem drobnym osadem, zaleca się zarurowanie otworu filtrem nowszej generacji (np. szczelinowym PVC lub typu Johnson). Uważa się przy tym, że mniejsza średnica zainstalowanego w otworze filtra (tj. $11\frac{3}{4}$ ") i obecność obsypki o większym zasięgu radialnym niż w studni nr 2, zabezpiecza lepiej otwór przed powyższymi problemami. W przypadku podjęcia decyzji o rekonstrukcji, granulację obsypki (ewentualnie dwuwarstwowej) i szerokość szczeliny dobrać natomiast należy do bardzo drobnoziarnistego wykształcenia warstwy. Sugerując się wyżej opisanymi nieszczelnościami, umożliwiającymi migrację wód za kolumną rur okładzinowych, zaleca się rurę nadfiltrową wyprowadzić do wierzchu, a całą przestrzeń pierścieniową, w tym w szczególności odcinek od buta kolumny $\varnothing 20$ " do spągu utworów słaboprzepuszczalnych (tj. $\sim 28,6$ m) szczelnie wypełnić materiałem na bazie ilu (compactionitem lub pokrewnym). Zaleca się przy tym stosowanie materiałów uszczelniających, które z uwagi na wzbogacenie ich składu tlenkami żelaza lub piaskiem cyrkonowym, są łatwe w identyfikacji technikami geofizycznymi (tj. materiałów gamma- lub magnetoaktywnych, np. Mikolit 300M, Quellon WP, DantoPlug Super M, Wetronit 51/10).
- W przypadku podjęcia decyzji o prowadzeniu wyżej wymienionych prac, możliwości techniczne oraz względy ekonomiczne ich realizacji pozostawia się do indywidualnej analizy inwestorowi, w konsultacji z nadzorem geologicznym ujęcia. BLWM Sp. z o.o. zobowiązuje się przy tym do pełnienia stałej funkcji doradczej, w ramach przeprowadzanych w otworze badań i wyników ich interpretacji.

8 Oznaczenia

Objaśnienie stosowanych skrótów dla oznaczenia krzywych pomiarowych w dokumentacji graficznej (zał. 1):

- CAL : Profilowanie średnicy, mechaniczny pomiar wewnętrznej średnicy orurowania średnicomierzem 3-ramiennym
- GR : Profilowanie gamma, synchroniczny pomiar naturalnego promieniowania gamma za pomocą umieszczonych ekranowanych detektorów,
- EMDS.A1...A9 : Defektoskopia elektromagnetyczna, nieprzetworzone krzywe z cewki A, Element A1 do A9
- EMDS.WT_20" : Defektoskopia elektromagnetyczna, ilościowa analiza skorodowania rur stalowych, grubość ścianki orurowania 20" wyrażona w [%]
- NEUT : Profilowanie neutron - neutron, pomiar rozproszonego promieniowania neutronowego, będącego miarą zawartości wodoru w mierzonym ośrodku
- DENS-S/L : Profil. gamma-gamma gęstościowe, detektor bliski/daleki, Pomiar rozproszonego promieniowania gamma będącego miarą gęstości objętościowej mierzonego ośrodka
- FLOW.Q-0-1/2 : Profilowanie przepływomierzem produkcyjnym, natężenie przepływów pionowych, pomiar zerowy w warunkach równowagi hydrostatycznej
- FLOW.Q-1-1...3 : Profilowanie przepływomierzem produkcyjnym, natężenie przepływów pionowych, pomiary podczas pompowania z określoną wydajnością
- SAL-0-1/2 : Profilowanie przewodności elektr. [25°C], pomiar zerowy w warunkach równowagi hydrostatycznej
- TEMP-0-1/2 : Profilowanie temperatury, pomiar zerowy w warunkach równowagi hydrostatycznej
- SAL-1-1...3 : Profilowanie przewodności elektr. [25°C], pomiary podczas pompowania z określoną wydajnością
- TEMP-1-1...3 : Profilowanie temperatury, pomiary podczas pompowania z określoną wydajnością

9 Dokumentacja przekazana zleceniodawcy

Lp.	Nazwa dokumentu	Raport nr	Dok. nr
1.	Dokumentacja opisowa – orzeczenie geofizyczne p.t. „Wyniki interpretacji badań geofizycznych i inspekcji telewizyjnej w studni głębinowej nr 1 na ujęciu wód podziemnych SUW Zachodnia w Milanówku”	1	1
2.	Dokumentacja graficzna – diagram p.t. „Badania geofizyczne w studni głębinowej nr 1 na ujęciu wód podziemnych SUW Zachodnia w Milanówku”	1	2
3.	Inspekcja TV + wybrane kadry na nośniku USB	1	3
