



PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH

na wykonanie otworu badawczo-eksploatacyjnego S1 w celu rozpoznania warunków hydrogeologicznych dla potrzeb budowy nowego ujęcia wód podziemnych z piętra trzeciorzędowego na terenie Legnickiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji S.A. przy ulicy Nowodworskiej 1 w Legnicy (**etap I**)

Lokalizacja:

miejsowość: Legnica
gmina: Legnica
powiat: m. Legnicy
województwo: dolnośląskie
zlewnia: rzeki Kaczawy

ZAMAWIAJĄCY:

Legnickie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji S.A.
ul. Nowodworska 1
59 – 220 Legnica

AUTOR:

mgr Kamil Okruta
upr. Ministra Środowiska nr V-1730

mgr Dariusz Niemczyński
upr. Ministra Środowiska nr V-1720

Wrocław, sierpień 2017

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

TEKST

1. WSTĘP.....	4
1.1. Podstawa formalno – prawna opracowania.....	4
1.2. Cel projektu i określenie zadania geologicznego.....	4
1.3. Wykorzystane akty prawne, literatura przedmiotu, mapy i opracowania archiwalne.....	6
2. OMÓWIENIE DOTYCHCZASOWYCH WYNIKÓW BADAŃ	7
2.1. Rys historyczny	7
2.2. Opis badań geofizycznych wykonanych w 2017 r.	10
2.2.1. Pomiaru geodezyjne	10
2.2.2. Metodyka prac geofizycznych	11
2.2.3. Interpretacja danych elektrooporowych	12
3. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ	16
3.1. Położenie i prawo własności, morfologia oraz zagospodarowanie przestrzenne.....	16
3.2. Budowa geologiczna.....	18
3.3. Warunki hydrogeologiczne i jakość wód podziemnych.....	20
4. SPOSÓB ROZWIĄZANIA ZADANIA GEOLOGICZNEGO	22
4.1. Uzasadnienie ilości, lokalizacji i głębokości wiercenia	22
4.2. Zakres robót wiertniczych	22
4.3. Prognozowany dopływ do otworu	24
4.4. Zamykanie horyzontów wodonośnych	25
4.5. Prace pompowe.....	25
4.6. Obserwacje i pomiary hydrogeologiczne	26
4.7. Przewidywany sposób likwidacji otworu.....	27
4.8. Opróbowanie otworu i badania laboratoryjne skał i wody.....	27
4.9. Magazynowanie i przekazanie próbek geologicznych	28
4.10. Wyszczególnienie robót geodezyjnych	28
4.11. Orientacyjny harmonogram badań i robót geologicznych.....	29
4.12. Wpływ projektowanych robót na środowisko, w tym obszary Natura 2000.....	30
5. OPIS PRZEDSIĘWZIĘĆ TECHNICZNYCH, TECHNOLOGICZNYCH I ORGANIZACYJNYCH MAJĄCYCH NA CELU ZAPEWNIENIE BEZPIECZEŃSTWA POWSZECHNEGO I BEZPIECZEŃSTWA PRACY	31
6. PRACE DOKUMENTACYJNE.....	32
7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI	33

ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE I TEKSTOWE

1. Mapa przeglądowa lokalizacji terenu badań w skali 1 : 50 000
2. Mapa geologiczna w skali 1 : 50 000 (fragment SMGP w skali 1: 50 000 arkusz: Legnica oraz SMGS w skali 1 : 25 000 arkusz: Żarek i Krotoszyce)
3. Mapa hydrogeologiczna w skali 1 : 50 000 (fragment MHP w skali 1: 50 000 arkusz: Legnica i Jawor)
4. Mapa geośrodowiskowa w skali 1: 50 000 (fragment MGP w skali 1: 50 000 arkusz Legnica i Jawor)
5. Mapa sytuacyjno-wysokościowa na podkładzie topograficznym z lokalizacją projektowanych robót geologicznych w skali 1: 5000
6. Mapa sytuacyjna na podkładzie mapy zasadniczej z lokalizacją projektowanych robót geologicznych w skali 1: 1000
7. Przekroje geofizyczne wykonane w 2017 r.
8. Przekrój geologiczny z lokalizacją projektowanych robót geologicznych w skali w skali 1 : 500
9. Projekt geologiczno-techniczny otworu badawczo-eksploatacyjnego S1 w skali 1 : 500
10. Projekt geologiczno-techniczny likwidacji otworu badawczo-eksploatacyjnych w przypadku awarii lub niezadowolających wyników wiercenia w skali 1 : 500
11. Profile archiwalne otworów hydrogeologicznych wykorzystanych do określenia warunków hydrogeologicznych piętra trzeciorzędowego w rejonie projektowanych robót
12. Wypis z ewidencji gruntów
13. Licencje do map oraz wypisu z ewidencji gruntów

1. WSTĘP

1.1. Podstawa formalno – prawna opracowania

Projekt robót geologicznych opracowano dla potrzeb rozpoznania warunków hydrogeologicznych piętra trzeciorzędowego w aspekcie ustalenia jego zasobów eksploatacyjnych dla potrzeb budowy nowego ujęcia wód podziemnych na terenie infiltracyjnego ujęcia wód podziemnych przy ulicy Nowodworskiej 1 w Legnicy.

Opracowanie zrealizowano na podstawie umowy z dnia 14 lipca 2017 r. nr PR/ZPW/46/2017 zawartej z właścicielem terenu oraz inwestorem tj. Legnickim Przedsiębiorstwem Wodociągów i Kanalizacji S.A. Zakładu Usług Komunalnych Sp. z o.o. z siedzibą w przy ulicy Nowodworskiej 1 w Legnicy (59-220 Legnica).

1.2. Cel projektu i określenie zadania geologicznego

Osiągnięcie zamierzonego celu robót geologicznych wymaga ich prowadzenia w dwóch etapach. Zaprojektowane w niniejszym opracowaniu działania stanowią pierwszy etap robót i prac geologicznych, obejmujących wykonanie jednego otworu badawczo-eksploatacyjnego, który jest niezbędny do określenia warunków hydrogeologicznych i zweryfikowania istniejących danych hydrogeologicznych, a także do zaplanowania dalszych prac związanych z budową nowego ujęcia wód podziemnych z piętra trzeciorzędowego na terenie należącym do Legnickiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji S. A. (LPWiK S.A.), który zlokalizowany jest w Legnicy przy ulicy Nowodworskiej 1.

Konieczność budowy nowego ujęcia wynika z potrzeby zapewnienia alternatywnego zaopatrzenia wodociągów w Legnicy w wodę zdatną do spożycia. W chwili obecnej Legnica zaopatrywana jest z infiltracyjnego ujęcia wód podziemnych z piętra czwartorzędowego, które jest zasilane wodami z rzeki Kaczawy. W przypadku korzystnych warunków hydrogeologicznych i występowania odpowiedniej ilości zasobów eksploatacyjnych piętra trzeciorzędowego, Inwestor zakłada wykorzystanie z niego wód podziemnych jako alternatywnego źródła zaopatrzenia w wodę pitną. Konieczność wykorzystania wód podziemnych z piętra trzeciorzędowego może nastąpić w szczególności w sytuacjach awaryjnych, tj. znaczące pogorszenie jakości wód w rzece Kaczawie, np. w czasie powodzi. W chwili obecnej ujęcie infiltracyjne ma zdolność poboru 40 tys. m³/d (zgodnie z obowiązującym pozwoleniem wodnoprawnym), natomiast rzeczywiste wykorzystanie zasobów nie przekracza 18 tys. m³/d. Inwestor zgłasza zapotrzebowanie na wodę z piętra trzeciorzędowego w ilości około 350 – 400 m³/h, co stanowi ponad połowę dzisiejszych poborów. Dywersyfikacja źródeł zaspokojenia potrzeb na wodę zdatną do spożycia w postaci dwóch niezależnych ujęć, jest racjonalną koncepcją pozwalającą w szczególności uniknąć zagrożenia pozbawienia dostaw wody dla

wszystkich podmiotów w sytuacji awaryjnej. Ponadto taki układ będzie gwarantował racjonalne gospodarowanie wodami poprzez równomierne wykorzystanie dostępnych zasobów wód i równomierną eksploatację techniczną studni, co w sposób bezpośredni przełoży się na ich żywotność.

Przedmiotowy projekt robót geologicznych wykonano w oparciu o wizję lokalną terenu badań, analizę geologicznych i hydrogeologicznych materiałów archiwalnych, informacje uzyskane od Zleceniodawcy, a przede wszystkim o wykonane w terenie badania geofizyczne metodą inwersyjnego obrazowania oporu (IOO). Realizacja zaprojektowanych prac oraz analiza otrzymanych wyników pozwoli na uszczegółowienie rozpoznania budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych oraz określenie wydajności otworu badawczo – eksploatacyjnego i jakości wód podziemnych nowego ujęcia. Należy bowiem pamiętać, że wyniki badań geofizycznych nie dają dokładnego i rzeczywistego obrazu panujących warunków geologicznych w aspekcie przewodzenia wód i czynników wpływających na zasilanie i kształtowanie się zasobów eksploatacyjnych, tym bardziej że badany system wodonośny w utworach trzeciorzędowych może mieć charakter zamknięty. Dopiero wykonanie otworów badawczo-eksploatacyjnych i ich próbne pompowanie jest jedyną możliwością dokładnego rozpoznania wykształcenia litologicznego oraz warunków hydrogeologicznych, parametrów filtracyjnych warstwy wodonośnej, zasobności poziomu wodonośnego oraz określenia przydatności wód na konkretne cele. Dlatego projektowane rozwiązanie zakłada wykonanie w pierwszym etapie jednego otworu badawczo-eksploatacyjnego S-1 i przeprowadzenie badań, które pozwolą uzyskać podstawowe dane hydrogeologiczne, niezbędne dla zaplanowania dalszych prac w celu wykonania całego zadania – ujęcia i zbadania w odpowiednim stopniu struktury wodonośnej. Kolejnym więc etapem realizacji zadania geologicznego, w przypadku korzystnych wyników robót w pierwszym etapie, będzie opracowanie dodatku do projektu robót geologicznych dla drugiego etapu, który będzie zawierał szczegółowe informacje dotyczące dalszych wierceń otworów badawczo – eksploatacyjnych i badań hydrogeologicznych w celu ustalenia zasobów eksploatacyjnych całego ujęcia.

Dodatek do projektu dla drugiego etapu będzie zawierał podsumowanie wyników robót geologicznych uzyskanych w pierwszym etapie oraz szczegółowe określenie rodzaju, zakresu i harmonogramu robót geologicznych, które będą prowadzone w drugim etapie. W przypadku korzystnych warunków hydrogeologicznych można wstępnie założyć, że w II etapie będą wykonane dodatkowo 3 – 5 otwory studzienne ujmujące trzeciorzędowe warstwy wodonośne. W przypadku niekorzystnych warunków hydrogeologicznych i zaniechania przez Inwestora budowy nowego ujęcia zostanie opracowana dokumentacja geologiczna nie kończąca się udokumentowaniem zasobów wód podziemnych.

1.3. Wykorzystane akty prawne, literatura przedmiotu, mapy i opracowania archiwalne

Przy sporządzeniu opracowania wykorzystano:

Akty prawne:

- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 roku "Prawo Geologiczne i Górnicze" (Dz. U. z 2016 r. poz. 1131 t.j. z późniejszymi zmianami);
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 roku o ochronie przyrody (Dz. U. z 2016 r., poz. 2134 t.j. z późniejszymi zmianami);
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 roku o odpadach (Dz. U. z 2016 r., poz. 1987 z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. Nr 288 poz. 1696 z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. z 2015 poz. 964);
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. z 2016 poz. 2033);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 9 listopada 2010 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. z 2016 r., poz. 71 t.j.);
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. Nr 282, poz. 1657) – akt uznany za uchylony, ale brak nowego.

Literatura specjalistyczna:

- Dąbrowski S., Przybyłek J., 1980,: Metodyka próbnych pompowań w dokumentowaniu zasobów wód podziemnych, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa;
- Kleczkowski A.S., Różański A. et al., „Słownik hydrogeologiczny”, Wydawnictwo TRIO, Warszawa;
- Kondracki J., 2002.: Geografia regionalna Polski; PWN Warszawa;
- Malinowski J., 1993.: Budowa geologiczna Polski, Tom VII, Hydrogeologia, Wydawnictwa geologiczne, Warszawa;
- Pazdro Z., 1990.: Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geologiczne Warszawa;
- Szczepański A. et al, 2004, Metodyka określania zasobów eksploatacyjnych ujęć zwykłych wód podziemnych, Wyd. Geologiczna, Warszawa.
- Turek S., 1971.: Poradnik hydrogeologa. Wyd. Geologiczna, Warszawa.

Opracowania archiwalne:

- Jochymczyk K., 2017 r., „Rozpoznanie budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych na terenie ujęcia wody powierzchniowej i infiltracyjnej LPWiK SA. w Legnicy za pomocą inwersyjnego obrazowania oporu”, Katowice,
- Młodzianowski S., 1954 r., „Orzeczenie hydrogeologiczne na ujęcie wody w Legnicy – Przybkowie”, Wrocław;
- Młodzianowski S., 1955 r., „Sprawozdanie z prac wykonanych na terenie ujęcia wody w Legnicy – Przybkowie”, Wrocław;
- Młodzianowski S., 1956 r., „Orzeczenie hydrogeologiczne odnośnie ujęcia wody dla miasta Legnica”, Wrocław;
- Młodzianowski S., 1957 r., „Orzeczenie hydrogeologiczne część I i II na zaopatrzenie w wodę miasta Legnica”, Wrocław
- Baza danych Bank HYDRO (CBDH).

Mapy:

- Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Legnica (723). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa,
- Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Jawor (760). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa,
- Mapa geosrodowiskowa Polski w skali 1: 50 000, arkusz Legnica (723). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa,
- Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Jawor (760). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa,
- Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Legnica (723). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa,
- Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów w skali 1:25 000, arkusz Żarek. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa,
- Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów w skali 1:25 000, arkusz Krotoszyce. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa,

2. OMÓWIENIE DOTYCHCZASOWYCH WYNIKÓW BADAŃ

2.1. Rys historyczny

Budowa geologiczna oraz warunki hydrogeologiczne w lokalizacji projektowanych robót geologicznych we wcześniejszych latach zostały tylko częściowo i w niewielkim zakresie rozpoznane wierceńiami. Na potrzeby niniejszego opracowania dokonano przeglądu istniejących materiałów geologicznych oraz hydrogeologicznych, w tym map oraz profili

litologicznych z Centralnej Bazy Danych Hydrogeologicznych. Studyjne analizy oparto również na informacjach zawartych w opracowaniach regionalnych dla jednostek hydrogeologicznych, map i atlasów geologicznych, geologiczno - strukturalnych i hydrogeologicznych oraz publikacji i opracowań regionalnych.

Na terenie dzisiejszego infiltracyjnego ujęcia wód piętra czwartorzędowego wykonano w sumie 7 wierceń sięgających nawodnionych warstw piętra trzeciorzędowego. Pośród tych wierceń 4 z nich zostały wykonane przed 1945 rokiem. Kolejne wiercenie głębokie zlokalizowane było na północ od dzisiejszego ujęcia. Do dnia dzisiejszego zachowały się jedynie informacje o profilach litologicznych tych otworów oraz szczątkowe i niepewne dane dotyczące ich wydajności, które zawarł w swoich opracowaniach S. Młodzianowski w latach 1954 – 1957. Pierwszy otwór badawczo – eksploatacyjny wykonano już w roku 1889 osiągając głębokość 131 m. Zlokalizowany był on około 3,2 km na północ od istniejącego ujęcia. Wg Młodzianowskiego (1956) nie wykazał on korzystnych warunków hydrogeologicznych, gdyż już 3 lata po jego wykonaniu przystąpiono do rozbudowy ujęcia w dolinie Kaczawy. Opisywany otwór został następnie zlikwidowany. Przeprowadzone badania piętra czwartorzędowego w latach 1882 – 1883 pozwoliły na budowę ujęcia wód podziemnych z piętra czwartorzędowego w lokalizacji, w której znajduje się do dzisiaj. Prawdopodobnie w roku 1926 powstała ponownie koncepcja przebadania głębszych warstw wodonośnych na terenie dzisiejszego ujęcia. W pierwszej kolejności wykonano otwór do głębokości 127 m oznaczony symbolem „A”, dla którego znany profil litologiczny sięga głębokości 89,1 m. Wydajność tej studni znacząco spadała, a w związku z niewielką średnicą prace konserwatorskie i renowacyjne były bardzo utrudnione. Następnie przystąpiono do wiercenia kolejnych studni, które oznaczono literami „B”, „C” i „D”. Przy czym studni „D” nie udało się zafiltrować ze względu na problemy techniczne. Wykonane studnie były eksploatowane samowypływem, a ich wydajności są tylko częściowo znane. S. Młodzianowski w swoim opracowaniu (1956) podaje, że studnia A w początkowej fazie była eksploatowana z wydajności 540 m³/d, a ustabilizowany poziom wód podziemnych kształtował się 25 powyżej powierzchni terenu, lecz jej wydajność gwałtownie spadała. Studnia B o głębokości 70,3 m posiadała wydajność samowypływu 912 m³/d, woda stabilizowała się na głębokości 17,3 m nad powierzchnią terenu. Jednak w latach 1940 – 1941 studnia posiadała wydajność rzędu 150 – 400 m³/d.

Sumarycznie studnie B, C, D (bez studni A) były eksploatowane z początkową wydajnością 2868 m³/d, a po pół roku ich wydajność spadła do 1500 m³/d, a w lutym 1941 dostarczały około 700 m³/d (ostatnie dostępne dane niemieckie). W roku 1953 wydajność poszczególnych studni wynosiła około 30 dm³/min, tj. 1,8 m³/h.

Po II Wojnie Światowej w związku z niedoborem wód przystąpiono do realizacji stawów infiltracyjnych dla ujęcia z piętra czwartorzędowego, a także do prac poszukiwawczo – badawczych w piętrze trzeciorzędowym. Do prac badawczych nad wykorzystaniem piętra

trzeciorzędowego przystąpiono w roku 1954 r. Polegały one na oczyszczeniu i przepompowaniu istniejących studni poniemieckich, a także wykonanie nowych studni ujmujących piętro trzeciorzędowe. Studnie poniemieckie w latach 1954 – 1955 oczyszczono przez szlamowanie i przepompowanie. S. Młodzianowski (1957) stwierdza, że wpływ tych prac był niewielki, samowypływy ze studni praktycznie się nie zwiększyły. Rozpoczęto wtedy prace związane z wykonaniem studni E1, natrafiono wtedy na poziom wodonośny o bardzo dużym ciśnieniu i wydajności samowypływu (80 m³/h). Prace wtedy przerwano ze względu na problemy techniczne. Następnie po przeorganizowaniu sprzętu przystąpiono do wiercenia studni G2, w którym stwierdzono samowypływ o wydajności ponad 100 m³/h z rur wiertniczych bez filtra. Następnie w otworze doszło do awarii czego efektem była rezygnacja z tego otworu. Niestety nie zachował się profil tego otworu jak również nie jest znana jego lokalizacja. W związku z tym zafiltrowano otwór nr E1 osiągając głębokość 60,2 m. Maksymalna wydajność otworu po zafiltrowaniu wyniosła 39 m³/h, jednak ponownie szybko spadała, osiągając wielkość 13 m³/h po półtora roku od zafiltrowania.

Jeszcze przed zafiltrowaniem otworu E1 odwiercono otwór F2 do głębokości 89,2 m, którego niezafiltrowano ze względu na trudności wynikające z samowypływu o wydajność 100 m³/h z rur osłonowych. Otwór planowano zafiltrować po wymianie sprzętu wiertniczego z czego jednak zrezygnowano. Następnie wiercono otwór nr G3 nowym sprzętem wiertniczym z tzw. „wysokiej wieży”, który zafiltrowano. Osiągnął on głębokość po zafiltrowaniu 82,5 m. Jednocześnie brak dla niego szczegółowych danych hydrogeologicznych. Na jednym z profili podano przybliżone wydajności samowypływu bez filtra, które sięgały 120 – 150 m³/h dla niezafiltrowanej warstwy.

Podsumowując, wszystkie archiwalne dane geologiczne dotyczące otworów zlokalizowanych na terenie ujęcia, zarówno poniemieckich jak i polskich, sugerują występowanie wielowarstwowego układu wodonośnego w formacji trzeciorzędowej. Wody w nich znajdują się pod dużym ciśnieniem i mogą się stabilizować na wysokości przeszło 20 m nad poziomem terenu. W czasie wierceń dochodzi do dużych samowypływów sięgających nawet 150 m³/h. Dostępne dane ukazują, krótką żywotność studni wynikającą prawdopodobnie z kolmatacji filtrów i szybkiego starzenia się studni. Należy jednak zaznaczyć, że podawane informacje nie są do końca wiarygodne. Wydajności samoistnych wypływów zostały prawdopodobnie tylko oszacowane, a nie pomierzone. Ponadto wielkości te nie korespondują z wartościami wydajności studni poniemieckich, która na samym początku swojej pracy podawały około 40 m³/h.

W oparciu o zgromadzony materiał w sierpniu 2017 roku przeprowadzono badania geofizyczne metodą Inwersyjnego Obrazowania Oporu (IOO), które zrealizował dr inż. Krzysztof Jochymczyk. Badania miały na celu uszczegółowienie rozpoznania podłoża geologicznego w aspekcie wytyczenia najbardziej perspektywicznych obszarów dla wykonania otworów

badawczo-eksploatacyjnych dla nowego ujęcia z piętra trzeciorzędowego na terenie LPWiK S.A. Charakterystykę przeprowadzonych prac i uzyskanych wyników przedstawiono w następnym punkcie niniejszego projektu robót geologicznych.

2.2. Opis badań geofizycznych wykonanych w 2017 r.

2.2.1. Pomiary geodezyjne

Na podstawie zgromadzonej dokumentacji geodezyjnej (mapa zasadnicza i mapy topograficzne) oraz hydrogeologicznej (profile geologiczne studni, przekroje geologiczne) zaprojektowano w terenie 6 elektrooporowych przekrojów pomiarowych o długości od 800 do 1800 m. Po rozłożeniu w terenie zestawu pomiarowego wykonano pomiar geodezyjny rzeczywistego położenia każdego przekroju – początku, końca oraz punktów pośrednich. W pracach terenowych wykorzystano dwuczęstotliwościowy odbiornik GPS Trimble 5700 z komputerem polowym Nomad i oprogramowaniem Survey Pro. Do pomiarów wykorzystano metodę GPS RTK przy wykorzystaniu poprawek sieci ASGEUPOS. Dokładność pomiarów wynosi poziomo 0,03 m, a pionowo 0,05 m. Współrzędne profili przedstawiono w Tabeli nr 1, a ich lokalizację w załączniku nr 5.

Tabela nr 1. Lokalizacja przekrojów pomiarowych

	Długość [m]	Metraż	X	Y	H
Przekrój 1	1000	0	5671440.443	5579468.077	127.268
		1000	5670466.759	5579702.117	127.804
Przekrój 2	800	0	5670885.705	5577417.152	133.160
		800	5670757.283	5578206.180	132.535
Przekrój 3	800	0	5671245.479	5578990.466	126.396
		800	5670464.320	5579162.206	128.189
Przekrój 4	800	0	5670389.000	5579979.190	129.206
		800	5670365.111	5580778.587	126.997
Przekrój 5	1800	0	5670529.138	5578230.034	129.247
		800	5670336.711	5579005.109	127.780
		1000	5670314.167	5579203.827	128.535
		1800	5670286.537	5580003.952	129.831
Przekrój 6	1400	0	5670787.089	5578247.426	131.880
		600	5671031.198	5578821.738	129.619
		800	5671095.680	5579010.890	128.281
		1400	5671455.824	5579470.053	127.081

2.2.2. Metodyka prac geofizycznych

Do rozpoznania płytkiej budowy geologicznej oraz warunków hydrogeologicznych za pomocą metod geofizycznych wykorzystuje się najczęściej metody elektrooporowe, które pozwalają na określenie oporu pozornego oraz właściwego skał poniżej linii pomiarowej. Klasyczne metody – sondowania SO i profilowania elektrooporowe PO wymagają w interpretacji przyjęcia modelu budowy środowiska geologicznego w postaci płaskich i horyzontalnych warstw o stałym oporze właściwym. W środowisku geologicznym warunki takie występują rzadko.

Dużo korzystniejsze jest zastosowanie najnowocześniejszej obecnie metody pomiarowej jaką jest obrazowanie oporu w wariancie 2D. W metodzie tej nie zakłada się płasko-równoległego modelu budowy geologicznej, co jest główną wadą klasycznych metod elektrooporowych. W wyniku inwersji 2D danych pomiarowych uzyskuje się pionowy przekrój elektrooporowy poniżej linii pomiarowej, który przedstawia dwuwymiarowy rozkład wartości oporu właściwego skał. Opór właściwy skał zależy od szeregu czynników, z których najważniejsze to:

- czynniki mineralogiczne oraz petrograficzne,
- obecność i wypełnienie spękań,
- porowatość,
- mineralizacja medium wypełniającego pory.

Wartości oporu właściwego skał zmieniają się od kilku omometrów dla ilów do kilku lub nawet kilkunastu tysięcy omometrów dla suchych i niespękanych skał magmowych, metamorficznych lub osadowych.

Rejon badań zbudowany jest z osadów czwartorzędowych, które przykrywają kompleks osadów trzeciorzędowych o dużej miąższości. Osady czwartorzędowe są wykształcone jako piaski i żwiry z domieszką materiału ilastego. Opór właściwy suchych i czystych piasków oraz żwirów wynosi kilka tysięcy omometrów. Jeżeli osady te są zawodnione oraz zawierają domieszkę minerałów ilastych to ich opór jest dużo niższy i wynosi powyżej 100 omometrów.

Osady trzeciorzędowe w stropie wykształcone są jako różnego rodzaju ropy i gliny, które na głębokości kilkudziesięciu metrów poniżej poziomu terenu zawierają warstwy piasków oraz żwirów o miąższości kilku m. Osady ilaste charakteryzują się bardzo niskim oporem właściwym od kilku do kilkudziesięciu omometrów. Warstwy piaszczysto-żwirowe, w których występuje woda cechują się oporem właściwym od kilkudziesięciu do nawet kilkuset omometrów. W środowisku skał trzeciorzędowych czynnikiem zaburzającym opór właściwy może być obecność węgla brunatnego i związana z jego występowaniem mineralizacja wody.

Prace geofizyczne wykonano za pomocą aparatury geoelektrycznej ABEM Lund Imaging System (miernik Terrameter SAS 4000 i selektor elektrod ES 10-64e) z zestawem 4 kabli o długości po 200 m i wyjściami rozmieszczonymi co 10 mb. Długość linii pomiarowej o długości

800 mb zapewnia rozpoznanie w centralnej części przekroju do maksymalnej głębokości około 140 m p.p.t, przy zachowaniu dużej rozdzielczości badań. W razie potrzeby linię pomiarową można wydłużać przekładając kable geoelektryczne. Dzięki temu długość badanego profilu rośnie, a głębokość prospekcji pozostaje taka sama. Pomiary wykonano przy wykorzystaniu układu pomiarowego Schlumberger, który zapewnia dobrą rozdzielczość pomiarów oraz jednocześnie jest odporny na szum elektryczny. Z innych często wykorzystywanych układów - Wenner jest stosunkowo mało rozdzielczy, a dipolowy cechuje się dużą wrażliwością na szum elektryczny i nie może być efektywnie stosowany na terenie z rozbudowaną infrastrukturą techniczną.

Na wszystkich przekrojach pomiary wykonano za pomocą protokołów pomiarowych Schlumberger Short oraz Long, co zapewniło maksymalną możliwą rozdzielczość badań. Dla każdego profilu o długości 800 m wykonywano około 1200 pojedynczych pomiarów wartości oporu pozornego. Badania wykonano przy wykorzystaniu prądu o wysokim natężeniu 100 mA. Było to możliwe dzięki występowaniu przy powierzchni materiału dobrze przewodzącego prąd elektryczny. Zebrane dane terenowe przetworzono za pomocą oprogramowania Res2Dinv. Do inwersji 2D wykorzystano metodę standardową (inwersji gładkiej) przy wykorzystaniu metody najmniejszych kwadratów. W wyniku przetwarzania uzyskano przekroje elektrooporowe poniżej linii pomiarowej. Przekroje wykonano w jednolitej skali barwnej.

Procedurę prac polowych rozpoczyna wytyczenie przekrojów pomiarowych w terenie. Następnie rozkładano aparaturę, kable, wbijano i podłączano elektrody i uruchamiano pomiar. W razie potrzeby przedłużano długość linii pomiarowej przekładając kable. Profile elektrooporowe o długości minimalnej 800 m były rozkładane w sposób maksymalnie zbliżony do projektowanej lokalizacji. Na terenie ujęcia wody LPWiK S.A. w Legnicy istnieje rozbudowana pod i nadziemna infrastruktura techniczna, która może zakłócać pomiary elektrooporowe. Najmniej korzystne są kable elektryczne oraz metalowe rury dobrze przewodzące prąd elektryczny. Z tego powodu w miarę możliwości profile elektrooporowe lokalizowano jak najdalej od infrastruktury (kable elektryczne, rurociągi metalowe).

2.2.3. Interpretacja danych elektrooporowych

Pomiary elektrooporowe metodą obrazowania oporu wykonano na terenie ujęcia wody powierzchniowej i infiltracyjnej ZPW Przybków w sierpniu 2017 r. Warunki terenowe bardzo dobre – powierzchnia terenu płaska i pokryta wykoszonym trawnikiem. Przekroje 3 oraz 4 rozstawiono częściowo poza terenem ujęcia ze względu na wymagany zasięg głębokościowy badań. Przekrój 5 został usytuowany na południe od ogrodzenia ujęcia. Pomiary geofizyczne utrudniała obecność bardzo rozbudowanej infrastruktury nad i podziemnej zakłócającej pomiary (kable elektryczne, rury metalowe, przepusty, liczne zbiorniki wodne). Lokalizację przekrojów

dobrano po analizie mapy zasadniczej dostarczonej przez Zleceniodawcę. Wymagany zakres głębokościowy rozpoznania elektrooporowego wymagał zastosowania długich rozstawów pomiarowych – minimum 800 m.

Zebrane dane elektrooporowe uzupełnione o wyniki pomiarów geodezyjnych zostały poddane przetworzeniu za pomocą oprogramowania Res2dinv. Wynikiem przetwarzania są przekroje elektrooporowe, które przedstawiają rozkład oporu właściwego skał poniżej linii pomiarowej. Wszystkie przekroje zostały wykonane w ujednocionej skali barwej. Ósrodek geologiczny w rejonie badań cechuje się ogólnie niskim oporem właściwym od kilku do kilkuset omometrów.

Do korelacji danych geofizycznych i geologicznych wykorzystano archiwalne profile geologiczne otworów studziennych A,B,C,D, E, F, zlokalizowanych około 250 m na wschód od Przekroju elektrooporowego 1. Na pozostałym obszarze ujęcia Przybków brak jest głębszych otworów wiertniczych, które mogłyby być wykorzystane do interpretacji.

Ogólny model geologiczny rejonu badań jest stosunkowo prosty. Przy powierzchni terenu zalega ciągła, kilkunastometrowa warstwa osadów czwartorzędowych (przy powierzchni zalega warstwa gleby przechodząca w piasek i w spągu w żwir). Warstwa ta jest wysokooporowa w stosunku do tła i ma opór właściwy kilkaset omometrów. Na terenie całego ujęcia parametry fizyczne tej warstwy umożliwiały wykorzystanie wysokiego prądu pomiarowego o natężeniu 100 mA. Poniżej zalegają osady trzeciorzędowe o miąższości kilkudziesięciu do ponad 100m. W stropie są wykształcone jako zróżnicowane geologicznie niskooporowe iły oraz gliny z bardzo cienkimi przewarstwieniami osadów grubszych (piaski gliniaste, drzewo kopalne, lokalnie węgiel brunatny). Kompleks ten ma charakter wyraźnie niskooporowy. Opór właściwy tego kompleksu wynosi kilka do ponad 20 omometrów. W interwale od około 55 m. p. p. t. w obrębie ilów oraz glin występują warstwy żwiru oraz piasku o miąższości do kilku metrów, nasycone wodą. Ich obecność skutkuje podwyższeniem oporu właściwego kompleksu skał do wartości kilkadziesiąt do powyżej 100 omometrów. Typowa wartość oporu właściwego warstwy wodonośnej (woda niezmineralizowana) w piaskach i żwirach wynosi około 100 omometrów. W rejonie ujęcia wody Przybków warstwy wodonośne w piaskach i żwirach przedzielone są iłami i glinami, co obniża średni opór właściwy tej warstwy.

Żadna z powierzchniowych metod geofizycznych nie pozwala na dokładne wydzielenie sekwencji cienkich warstw piasku i żwiru w obrębie osadów ilastych ze względu na ograniczenie rozdzielczości badań.

Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę wykonanych przekrojów elektrooporowych, których lokalizację i przebieg przedstawiono w załączniku nr 5.

Przekrój 1

Jego długość wynosi 1000 m. Ze względu na to, że jest położony najbliżej głębszych otworów ze znaną litologią, został on uznany za referencyjny. Udokumentowana w otworach

studziennych warstwa wodonośna występuje na głębokości 55 m p.p.t co odpowiada izolinii 45 omometrów.

Przy powierzchni zalegają wysokooporowe w stosunku do tła utwory czwartorzędowe, których miąższość waha się od niecałych 20 m na północy do około 10 m na południu. Niżej zalega kompleks skał trzeciorzędowych o znacznie niższym oporze właściwym. W stropie tego kompleksu przeważają ility oraz gliny o oporze od kilkunastu omometrów. Utwory te tworzą ciągłą horyzontalną warstwę o zmiennej miąższości. W obszarach o najniższym oporze właściwym należy spodziewać się iłów. W strefach bardziej wysokooporowych powinny występować gliny. Niżej występuje warstwa bardziej wysokooporowa w stosunku do tła, w której może występować woda. Opór tej warstwy wynosi powyżej 45 omometrów. Miąższość tej warstwy jest zmienna zarówno w kierunku pionowym jak i poziomym. Jej strop najpłycej występuje w południowej części przekroju – na głębokości ok. 50 m. p.p.t. Na przekroju elektrooporowym wkreślono najbardziej perspektywiczną lokalizację wykonania studni. W spągu przekroju opór właściwy skał ponownie maleje co świadczy o większym udziale iłów i glin w profilu geologicznym i mniejszym prawdopodobieństwem występowania warstw wodonośnych.

Przekrój 2

Przekrój elektrooporowy 2 o przebiegu W-E przedstawiono w załączniku nr 7. Jego długość wynosi 800 m. Ze względu na brak infrastruktury (pomijając zakopywany gazociąg) na tym przekroju uzyskano najlepsze dane geoelektryczne. Przy powierzchni terenu udokumentowano czwartorzędową warstwę wysokooporową o miąższości rosnącej od około 10 m na wschodzie do prawie 20 m na zachodzie. Poniżej zalega niskooporowy, trzeciorzędowy, kompleks skał ilastych o najmniejszej miąższości na metrażu 460-560 m wynoszącej ponad 25 m. W kierunku na zachód i na wschód miąższość tej warstwy rośnie. Poniżej zalega warstwa wysokooporowa w stosunku do tła, w której może znajdować się woda. Jej strop najpłycej (ok. 50 m. p.pt) znajduje się na metrażu 460-560 m przekroju elektrooporowego. Na zachód strop warstwy wysokooporowej obniża się, a opór właściwy rośnie. Poniżej kompleksu wysokooporowego stwierdzono występowanie kolejnej warstwy niskooporowej na metrażu 440 do 490 m. Na przekroju wkreślono proponowaną lokalizację otworu studziennego.

Przekrój 3

Przekrój elektrooporowy 3 o przebiegu N-S zorientowano równoległe do Przekroju 1. Jego długość wynosi 800m. Początek przekroju znajduje się blisko rzeki Kaczawy, poza granicami ujęcia. Na zachód od przekroju zakopany był rurociąg stalowy o dużej średnicy. Uzyskany model geofizyczny jest zbliżony do poprzednich. Od powierzchni terenu do głębokości kilkunastu metrów zalegają wysokooporowe utwory czwartorzędowe. Spąg tej warstwy ma urozmaiconą morfologię w północnej części przekroju. Niżej zalega wyraźna warstwa niskooporowa – ilaste i gliniaste utwory trzeciorzędowe. Opór właściwy tej warstwy jest niższy niż dla Przekrojów 1 i 2 co może świadczyć o większym udziale iłów w profilu. Niżej

zalega warstwa wysokooporowa w stosunku do tła, która nie jest wykształcona w sposób ciągły. Rozdziela ją pionowa struktura niskooporowa na metrażu 340-480 m. Horyzontalne rozdzielanie warstwy wysokooporowej może mieć charakter geologiczny (większy udział materiału ilastego) lub antropogeniczny (rura stalowa wywołująca zaburzenia). Poniżej warstwy wysokooporowej, w której może występować warstwa wodonośna w centralnej części przekroju można zaobserwować kolejną warstwę niskooporową.

Przekrój 4

Przekrój elektrooporowy 4 o przebiegu W-E zorientowano równolegle do Przekroju 2 we wschodniej części ujęcia wody. Ma on charakter również warstwowy. Przypowierzchniowa warstwa wysokooporowa ma stosunkowo najmniejszą miąższość do nieco ponad 10 m. We wschodniej części przekroju, położonej poza granicami ujęcia wody, miąższość tej warstwy wyraźnie się zmniejsza. Niżej zalega warstwa niskooporowa, która jest wykształcona w sposób ciągły. Najniższe opory właściwe dla tej warstwy występują na metrażu 0 – 480 m. Niżej zalegająca trzeciorzędowa warstwa wysokooporowa w stosunku do tła jest znacznie mniej wyraźna niż na poprzednich przekrojach i ma mniejszy zasięg przestrzenny. Jest ona przedzielona strefą bardziej niskooporową na metrażu 270 – 380. W pobliżu tego przekroju raczej nie należy lokalizować otworów studziennych.

Przekrój 5

Przekrój elektrooporowy 5 (Załącznik nr 6) o przebiegu W-E został zlokalizowany na południe od ogrodzenia ujęcia wody. Ma on długość 1800 m. Dane elektrooporowe na metrażu 940 – 1260 są zaburzone, czego efektem jest pionowa strefa niskooporowa. Od metrażu 1260 do 1800 przekrój nie ma charakteru warstwowego i robi się nieregularny. W zachodniej części przekroju trzeciorzędowa warstwa niskooporowa jest ciągła i wyraźna. Warstwa wysokooporowa zalega nieco głębiej niż na równoległym Przekroju 2, a jej opór właściwy jest większy. Nie stwierdzono występowania warstwy niskooporowej w najniższej części przekroju.

Przekrój 6

Przekrój elektrooporowy 6 zlokalizowano przy północnym ogrodzeniu na terenie ujęcia wody. Jego długość wynosi 1400 m. Przekrój ma charakter warstwowy. Ze względu na konieczność załamania przekroju na 1030 m dane od metrażu 900 metrów są mniej jednoznaczne. Przy powierzchni terenu zalega wysokooporowa warstwa czwartorzędowa o stałej miąższości nieco mniejszej od 20 m. Niżej zalega ciągła ilasta warstwa niskooporowa, która przechodzi w kolejną, ciągłą i horyzontalną warstwę wysokooporową. Opór właściwy warstwy wysokooporowej jest nieznacznie wyższy niż na pozostałych przekrojach, a jej miąższość przekracza 30 m. Niżej udokumentowano kolejną warstwę niskooporową.

3. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

3.1. Położenie i prawo własności, morfologia oraz zagospodarowanie przestrzenne

Lokalizacja terenu robót:

Obszar projektowanych robót geologicznych zlokalizowany jest w rejonie w Legnicy przy ulicy Nowodworskiej 1, obręb Przybków na działkach o numerach ewidencyjnych 5/2, 10/2, 9/3 oraz 18/10. W pierwszej kolejności (etap I) zostanie wykonany otwór badawczo – eksploatacyjny na działce o numerze ewidencyjnym 10/2. W II etapie zostaną rozważone lokalizacje studni na pozostałych działkach będących własnością inwestora. W lokalizacji tych działek mieszczą się zakład uzdatniania wody, w tym zaplecze biurowo – techniczne, a także infiltracyjne ujęcie wód podziemnych z piętra czwartorzędowego.

W sierpniu 2017 roku na terenie tych działek oraz częściowo na działkach nr 2, 4/2, 655/2 wykonano elektrooporowe badania geofizyczne. Konieczność wystąpienia poza teren należący do Zleceniodawcy wynikała z chęci wykonania pomiarów geofizycznych do głębokości co najmniej 100 m. Aby tego dokonać ciąg pomiarowy musiał mieć co najmniej 800 m długości.

Szczegółowa lokalizacja otworów badawczo-eksploatacyjnych została ustalona na podstawie wyników badań geofizycznych, przeprowadzonych w 6 przekrojach badawczych, które przeprowadzono na obszarze istniejącego ujęcia. Projektowany hydrogeologiczny otwór badawczo-eksploatacyjny będzie usytuowany w południowej części ujęcia na terenie działki 10/2. Lokalizację terenu badań przedstawiono na mapach stanowiących załącznik 1 – 6 “Projektu robót...”. Współrzędne geograficzne projektowanych otworów w układzie WGS-84 to:

- otwór nr S1

- długość: 16° 08' 28,77"E
- szerokość: 51° 09' 57,01"N

Arkusze mapy topograficznej w skali:

- 1: 50 000 – Legnica, M-33-33-A, M-33-33-C

Prawa własności:

Teren, na którym położone jest infiltracyjne ujęcie wód podziemnych w Legnicy (obr. Przybków, dz. nr 5/2, 10/2, 9/3) oraz prowadzone będą projektowane roboty geologiczne jest własnością Legnickiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji S.A. z siedzibą przy ulicy Nowodworskiej 1 w Legnicy (59 – 220 Legnica). Natomiast działka 18/10 jest własnością Gminy Legnica (Pl. Słowiański 8, 59 – 220 Legnica) i pozostaje w wieczystym użytkowaniu przez Legnickie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji S.A.

Morfologia i hydrografia:

Według podziału Polski Kondrackiego (Geografia regionalna Polski, 2008) na jednostki fizyczno - geograficzne teren badań położony jest w obrębie Makroregionu Niziny Sasko - Łużyckie na w mezeregonie Równina Legnicka.

Równina Legnicka (317.77) obejmuje szerokie, płaskodenne doliny dolnej Kaczawy i jej dopływów. Jej powierzchnia liczy łącznie 340 km². Na glebach madowych występują żyzne pola uprawne. Rzeźba Równiny Legnickiej ma charakter równiny denudacyjnej z nielicznymi formami połączonych wzgórz kemowych.

Deniwelacje terenu w rejonie przeprowadzonych badań są niewielkie i nie przekraczają 1,5 m, nie wliczając w to antropogenicznych nasypów budowlanych. Naturalna powierzchnia terenu zapada w kierunku koryta Kaczawy, tj. w kierunku północnym.

Pod względem hydrograficznym obszar badań należy do dorzecza Odry i jest w całości odwadniany przez jej lewobrzeżny dopływ Kaczawę. Spływ wód powierzchniowych i pierwszego piętra wód podziemnych w rejonie badań jest zaburzony poprzez istnienie stawów infiltracyjnych oraz jazu piętrzącego na rzece Kaczawie. Mimo to można uznać, że lokalną osią drenażu jest rzeka Kaczawa, a wody podziemne z piętra czwartorzędowego odpływają w kierunku północnym z lekkim odchyleniem w kierunku północno – wschodnim.

Klimat:

Według regionalizacji agroklimatycznej Gumińskiego Legnica znajduje się w dzielnicy wrocławskiej. Miasto cechuje się wyjątkowo łagodnym i ciepłym w skali kraju klimatem, charakteryzującym się następującymi wartościami podstawowych elementów klimatu [55]:

- średnia temperatura roczna 8,50C,
- średnia temperatura półroczna ciepłego 14,00C,
- średnia temperatura półroczna zimnego 20C,
- ilość dni z opadem ciągłym zimą - 15,
- ilość dni z mgłą w ciągu roku > 60,
- liczba dni z pokrywą śnieżną 60,
- liczba dni pochmurnych w ciągu roku 124,8
- liczba dni pogodnych w ciągu roku 44,3
- średni opad roczny w wieloleciu 1960 - 1989 - 554 mm

Wielkość opadów atmosferycznych w rejonie Legnicy cechuje duża zmienność, czego efektem jest stosunkowo częste występowanie susz i powodzi. Ilość opadów należy tu do najniższych na Dolnym Śląsku. Klimat Legnicy odznacza się częstszym występowaniem w okresie od marca do października długotrwałych (od 9 do ponad 28 dni) okresów posusznych w stosunku do Wrocławia i Poznania. Deszcze ulewne i nawalne występują w okresie od kwietnia do października z maksimum w czerwcu i lipcu.

W Legnicy przeważają wiatry o kierunku zachodnim. Najmniejszym udziałem charakteryzują się wiatry północne. W półroczu ciepłym wyraźnie większy jest udział wiatrów północno-zachodnich, natomiast w półroczu chłodnym wzrasta udział wiatrów południowych. Ukształtowanie terenu miasta w formie półzamkniętej kotliny z płaskim dnem dolin rzecznych stwarza warunki sprzyjające powstawaniu zastoisk zimnego powietrza i kumulacji zanieczyszczeń atmosfery ze źródeł lokalnych. Dodatkowym czynnikiem utrudniającym przewietrzanie centralnych rejonów miasta są przegradzające dolinę Kaczawy wysokie nasypy kolejowe.

Zagospodarowanie terenu i ustalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego:

Projektowane prace i roboty geologiczne zlokalizowane są na czynnym infiltracyjnym ujęciu wód podziemnych. W związku z tym na tym terenie znajduje się szereg elementów związanych z ujmowaniem wód, przesyłem, uzdatnianiem. Woda powierzchniowa jest pobierana z Kaczawy w zachodniej części ujęcia z ujęcia brzegowego zlokalizowanego na jazie piętrzącym wody powierzchniowe na Kaczawie. Pobierana woda z Kaczawy jest wstępnie oczyszczona na kratkach, sitach samospłukujących się oraz stawie biologicznym, gdzie następuje kolmotacja w roślinach i dnie. Woda doprowadzana jest do stawów infiltracyjnych o powierzchni 24 ha i głębokości 3 m posadowionych na gruntach żwirowych. Zbiorniki infiltracyjne są obwałowane, wałami o wysokości około 2 m. Wzdłuż stawów jest rozmieszczonych kilkadziesiąt studni kopanych ujmujących wody z piętra czwartorzędowego. Woda z tych studni spływa grawitacyjnie do dwóch studni głównych, z których jest tłoczona do stacji uzdatniania wody, która w głównej mierze jest zlokalizowana na działce nr 18/10. Na tej działce zlokalizowane jest większość budynków technicznych oraz biurowych. Ponadto na terenie ujęcia znajduje się uzbrojenie podziemne, głównie rurociągi wód. Cały teren ujęcia jest ogrodzony, monitorowany i zabezpieczony przed wstępem osób niepożądanych.

Teren ujęcia Legnica – Przybków nie jest objęty miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego. Cały obszar ujęcia jest objęty strefą ochrony bezpośredniej o łącznej powierzchni 155,8 ha. Zgodnie z prawem wodnym na takim terenie dopuszcza się jedynie wykonywanie robót służących do poboru wód podziemnych lub powierzchniowych. W związku z tym należy uznać, że projektowane roboty są zgodne z przeznaczeniem terenu.

3.2. Budowa geologiczna

Lokalizację terenu projektowanych robót geologicznych oraz przeprowadzonych prac geofizycznych, a także analiz studyjnych materiałów archiwalnych przedstawiono na fragmencie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz Legnica, oraz fragmentach Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów arkusz Żarek i Krotoszyce (załącznik nr 2). W budowie

geologicznej regionu Legnicy bierze udział jednostka geologiczno – strukturalna bloku przedsudeckiego. W górnej jego części występują skały zlepieńcowate i piaskowce, a także skały przeobrażone metamorficznie. Są to skały facji zieleńcowej zbudowane z zieleńców oraz różnego rodzaju łupków. Strop krystaliniku w obrębie terenu badań może występować na głębokości 110 – 130 m. Generalnie można przyjąć, że strop skał krystalicznych zapada w kierunku północnym.

Bezpośrednio na skałach podłoża krystalicznego zalegają zazwyczaj utwory trzeciorzędowe o dużej zmienności litologicznej i zmiennej miąższości. Trzeciorzęd rejonu badań reprezentują osady miocenu i pliocenu. Miąższość ich dochodzi do około 180 m w północnej części Legnicy, natomiast w rejonie badań może wynosić do 120 m.

Miocen w rejonie badań jest reprezentowany głównie przez osady powstałe w miocenie środkowym i górnym. Osady miocenu środkowego są reprezentowane przez żwiry, piaski, pyły oraz ily szare i szarozielone. Na północ o terenu badań w utworach środkowo miocenijskich stwierdzono występowanie pokładu węgla brunatnego o dużej miąższości, który w rejonie badań może nie występować wcale. W lokalizacji projektowanych prac w obrębie miocenu środkowego stwierdzono występowanie żwirów i piasków znacznej miąższości. Tworzą one system wielowarstwowy, przewarstwiany iłami oraz mułkami. Sumaryczna miąższość utworów piaszczystych może sięgać 22 – 25 m. Rozpowszechnienie osadów piaszczysto – żwirowych jest mocno ograniczone, bo już około 2 – 3 km od ujęcia miąższość przewarstwień piaszczystych jest niewielka. Do miocenu górnego zalicza się przede wszystkim pokłady iłów i mułków ilastych o dużej miąższości, które lokalnie są przewarstwiane soczewami piasków i żwirów tworzące tzw. serię poznańską. Granicą między mioceniem górnym i dolnym jest pokład węgla brunatnego „Henryk”. Ze znanych profili litologicznych można wyciągnąć wniosek, że zalega on na głębokości ok. 40 – 42 m, jest opisywany jako ił z drzewem lub częściami organicznymi. Ta warstwa koreluje się jednak z głębokością występowaniu pokładu węgla w innych otworach.

Czwartorzęd rejonu badań nie ma dużej miąższości i posiada dość prostą budowę. Został on dotychczas przewiercony wieloma otworami wiertniczymi. Czwartorzęd w rejonie badań ma miąższość około 13 – 15 m. Zbudowany on jest głównie ze żwirów z kamieniami oraz w spągowej części piasków średnich i lokalnie gliniastych oraz glin, które jednak nie mają dużej miąższości. Strop żwirów jest zazwyczaj pokryty madami rzeki Kaczawy, który zbudowane najczęściej są z glin piaszczystych z domieszką części organicznych, a ich miąższość w tym rejonie nie przekracza 1 m.

3.3. Warunki hydrogeologiczne i jakość wód podziemnych

Zgodnie z podziałem na regiony hydrogeologiczne Polski, przedstawionym na mapie hydrogeologicznej w skali 1: 200 000 (arkusz Wałbrzych), przedmiotowy obszar badań położony jest w Podregionie Legnickim (XXV 1), w którym główne, użytkowe poziomy wodonośne występują w utworach czwartorzędu i trzeciorzędu.

Czwartorzędowe piętro wodonośne

Związane jest z występowaniem żwirów i piasków fluwioglacjalnych i rzecznych w dolinie rzeki Kaczawy. W rejonie badań w utworach czwartorzędowych można wydzielić tylko jeden poziom wód podziemnych. Zasilanie tego piętra wodonośnego odbywa się bezpośredniego z powierzchni terenu poprzez infiltrację wód opadowych lub sztucznie poprzez infiltrację ze stawów na terenie ujęcia. W stanie naturalnym poziom wód podziemnych kształtował się na głębokości około 3,0 m, natomiast po budowie ujęcia infiltracyjnego został podniesiony o około 1,5 – 2,0 m. Miąższość nawodnionej serii osadów żwirowo – piaszczystych sięga 11 – 13 m, średnio wynosi 9 m. Warstwa wodonośna zbudowana jest głównie ze żwirów z kamieniami, a lokalnie tylko z piasków średnio i gruboziarnistych.

Na mapie hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000 obszar ujęcia oznaczony jest symbolem 10 aQ/Tr I. Jednostka położona jest w południowej części arkusza. Średnia miąższość warstwy wodonośnej wynosi 9 m, przewodność hydrauliczna 200 – 500 m²/d, przy średniej wartości 220 m²/d. Moduł zasobów dyspozycyjnych wyznaczony w oparciu o metodę hydrologiczną wynosi 93 m³/d/km². Wody czwartorzędowego piętra wodonośnego w tym rejonie są pozbawione izolacji przez co szczególnie są narażone na zanieczyszczenia z powierzchni ziemi. Potencjalna wydajność studni wynosi 30 – 50 m³/h.

Czwartorzędowe piętro wodonośne cechuje zróżnicowany skład fizykochemiczny i duża rozpiętość zawartości poszczególnych składników. Obserwuje się stosunkowo wysoką mineralizację, znaczną zawartość żelaza i manganu oraz związków azotu. Często w wodach tych stwierdzono ponadnormatywną zawartość metali ciężkich, tj. Pb, Ni, Zn, Co, Cr. Zn. Wody czwartorzędowego poziomu wodonośnego ujmowane studniami wierconymi cechuje bardziej wyrównany skład fizyko - chemiczny. Są to wody średnio twarde do twardych, o suchej pozostałości od 128 do 4080 mg/dm³ (średnia wartość 626 mg/dm³). Z reguły woda zawiera duże ilości żelaza, szczególnie wysokie zawartości tego jonu (powyżej 10 mg/dm) występują w dolinie Kaczawy. Niekiedy stwierdzano zawyżone ilości manganu, którego zawartość mieściła się w przedziale od 0 do 4,4 mg/dm³. Ponadto w wodach czwartorzędowych odnotowano ponadnormatywne ilości siarczanów i związków azotowych. Zanieczyszczenia te mają charakter antropogeniczny. Jest to związane z brakiem izolacji poziomu wodonośnego od powierzchni oraz wpływem wód rzeki Kaczawy.

Istniejące ujęcie znajduje się w obrębie czwartorzędowego Głównego Zbiornika Wód

Podziemnych nr 318 Słup – Legnica.

Trzeciorzędowe piętro wodonośne

Jest to piętro związane z przewarstwieniami piaszczystymi w obrębie kompleksu gruntów nieprzepuszczalnych neogenu. Tworzy typ zbiornika o charakterze subartezyjskim lub artezyjskim, izolowanym od powierzchni mięszszym kompleksem gruntów nieprzepuszczalnych.

W lokalizacji badań wodonośne utwory trzeciorzędu wykształcone są przeważnie, jako piaski średnioziarniste, a także żwiry. Utwory te występują jako soczewki lub warstwy wyklinowujące się lub zazębające się fałdnie w obrębie osadów ilastych. Głębokość występowania użytkowej warstwy wodonośnej wynosi najczęściej od 40 m p.p.t do 90 m p.p.t. Sporadycznie spotyka się zawodnione soczewki i warstwy na głębokościach 20 - 30 m. Duża zmienność w sposobie zalegania, częsty brak ciągłości warstw wodonośnych, zróżnicowanie w wykształceniu litologicznym, powoduje zróżnicowania wydajności poszczególnych studni.

Wydajności ujęć trzeciorzędowych są bardzo zróżnicowane od 5 m³/h w Złotnikach do około 70 m³/h, na północ od Legnicy. W rejonie projektowanych prac dostępne dane historyczne świadczą o dobrych warunkach hydrogeologicznych w trzeciorzędzie. Ustalono występowanie samowypływów o wydajności do 150 m³/h (Młodzianowski 1957). Niestety podawane przez autora dane nie są do końca wiarygodne, ponieważ wydajność samowypływów była prawdopodobnie szacowana, a nie mierzona. Miąższość warstw wodonośnych wynosi od kilku do dwudziestu kilku metrów, współczynnik filtracji wynosi przeważnie kilka do kilkunastu metrów na dobę. Zróżnicowanie miąższości i litologii warstwy wodonośnej dokumentuje bardzo dużą zmienność jej parametrów hydrogeologicznych. Trzeciorzędowy zbiornik wód podziemnych jest przeważnie dobrze izolowany kilkudziesięciometrową warstwą ilów. Zwierciadło wody jest napięte, ma charakter artezyjski i stabilizuje się około 20 m nad poziomem terenu (dane z 1957 r.). Wysokość ciśnienia często przekracza 60 m. Zasilanie warstw z opadów atmosferycznych odbywa się najprawdopodobniej przez przesączenie się z warstw wyżej leżących i bezpośrednio na wychodniach utworów trzeciorzędowych.

Jakość wód podziemnych pietra trzeciorzędowego w tym rejonie jest dobra. Wiąże się to z dobrą izolacją pietra wodonośnego oraz brakiem zasilania z niżej leżących pięter wodonośnych. Sucha pozostałość wód pietra trzeciorzędowego wynosi średnio 310 mg/dm³, zawartość siarczanów 136,7 mg/dm³, chlorków 57,7 mg/dm³. Wymagają one jedynie prostego uzdatniania.

4. SPOSÓB ROZWIĄZANIA ZADANIA GEOLOGICZNEGO

4.1. Uzasadnienie ilości, lokalizacji i głębokości wiercenia

Wielkość zapotrzebowania na wodę, w ilości wydajności eksploatacyjnej odpowiadającej na poziomie 350 - 400 m³/h, została określona przez Legnickie Przedsiębiorstwo i Wodociągów i Kanalizacji S.A. Podana wielkość zapewne dostawy wody dla mieszkańców Legnicy i okolicznych miejscowości na wypadek awarii ujęcia infiltracyjnego. Docelowo planuje się wykonać taką liczbę studni, aby zapewnić pożądaną ilość wody. Jednak ostateczna decyzja o ich budowie, jak również decyzja o ilości nowych studni zostanie podjęta po wykonaniu otworu badawczo – eksploatacyjnego S1 i wykonaniu na nim badań hydrogeologicznych. Pozostałe otwory zostaną zaprojektowane w aneksie do niniejszego projektu, a następnie wykonane w II etapie robót geologicznych. Na tym etapie można oszacować, że dla ujęcia pożądaney ilości wody może być niezbędne wykonanie łącznie 4 – 6 studni.

Jednak w celu wykonania badań i weryfikacji posiadanych danych hydrogeologicznych planuje się w tej chwili wykonanie jednego otworu badawczo – eksploatacyjnego oznaczonego symbolem S1 o głębokości docelowej 95 m. Zostanie on zlokalizowany na terenie działki nr 10/2 obręb Przytków, nieopodal głównego stawu infiltracyjnego. Projektowana studnia zlokalizowana będzie około 200 m na wschód od najbliższego przekroju geoelektrycznego oraz 200 m na południe od studni F2. Lokalizacja taka pozwoli na zweryfikowanie wskazań geoelektrycznych, które dla tego obszaru są korzystne jak również weryfikację dostępnych danych hydrogeologicznych dla otworów wykonanych w latach 50-tych dwudziestego wieku.

Projektowaną lokalizację otworu przedstawiono na mapie sytuacyjno - wysokościowej, na podkładzie topograficznych w skali 1 : 5000 (załącznik nr 5) oraz na podkładzie mapy zasadniczej w skali 1 : 1000 (załącznik nr 6)

4.2. Zakres robót wiertniczych

Ze względu na brak szczegółowego rozpoznania geologicznego i hydrogeologicznego w rejonie lokalizacji potencjalnego ujęcia wód podziemnych i w związku na badawczo-eksploatacyjny charakter wiercenia hydrogeologicznego, zaprojektowano prowadzenie robót wiertniczych mechaniczną metodą okrężno-udarową na sucho, bez użycia płuczki wiertniczej.

W związku z powyższym prace wiertnicze projektuje się zestawem wiertniczym typu H4-1H, Wirth B2A lub innym, o zbliżonych parametrach technicznych. Odwiercenie przedmiotowych otworów projektuje się w trzech kolumnach rur wiertniczych: 610 mm (24") 508 mm (20") i 457 mm (18") zabudowanych teleskopowo do głębokości całkowitej 95 m. Ostatecznie natomiast będzie to uzależnione od panujących geologiczno-technicznych warunków wiercenia. Dlatego w przypadku występowania trudnych warunków dopuszcza się użycia dodatkowych kolumn rur

wiertniczych średnicy 406 mm (16"). Wszystkie rury wiertnicze należy wyciągnąć po zafiltrowaniu otworu.

W czasie przewiercania horyzontów wodonośnych należy każdorazowo przeprowadzić stabilizację zwierciadła wód. W związku z możliwymi samowypływami i stabilizacją zwierciadła powyżej powierzchni terenu należy zamknąć rury wiertnicze huczkiem przystosowanym do montażu manometru. Stabilizację należy prowadzić do momentu zatrzymania wzrostu ciśnienia w rurach wiertniczych, lecz nie krócej niż 24 godziny.

Warstwy wodonośne trzeciorzędowego poziomu wodonośnego projektuje się natomiast ująć filtrem szczelinowym ze stali nierdzewnej typu Johnson, ze szczeliną ciągłą o szerokości uzależnionej od wykształcenia litologicznego i granulacji warstwy wodonośnej, którą należy określić na podstawie analizy sitowej. Część roboczą filtra należy natomiast obsypać piaskiem lub żwirem filtracyjnym o składzie granulometrycznym uzależnionym od ujętej warstwy wodonośnej i wielkości szczeliny filtra. W przypadku rur nadfiltrowych, międzyfiltrowych i podfiltrowych należy zastosować rury z tworzywa PVC-U typ KV. Ponadto w odcinkach rury nadfiltrowej w przelotach występowania przypowierzchniowych warstw wodonośnych oraz w przypadku przewarstwień pomiędzy dwoma głównymi warstwami wodonośnymi wykonać należy uszczelnienie preparatem ilowym typ np. Compactonit celem odizolowania tych wód od powierzchni oraz dla zabezpieczenia najbardziej wrażliwego miejsca przed dostaniem się substancji mogących niekorzystnie wpłynąć jakoś wód podziemnych. Dla ujętego poziomu trzeciorzędowego należy zastosować kolumnę filtracyjną z częścią czynną filtra DN250, w odcinkach uzależnionych od rzeczywistego profilu litologicznego. Poniżej przedstawiono schemat konstrukcji otworu S1 obejmujący następujące odcinki:

- 49,0 m rury nadfiltrowej \varnothing DN250, z tworzywa PVC-U typ KV (wyprowadzonej ok. 1,0 m ponad powierzchnię terenu),
- 21,0 m części roboczej (czynnej) filtra szczelinowego stalowego typ Johnson DN250,
- 12,0 m rury międzyfiltrowej \varnothing DN250, z tworzywa PVC-U typ KV,
- 7,0 m części roboczej (czynnej) filtra szczelinowego stalowego typ Johnson DN250,
- 6,0 m rury podfiltrowej, \varnothing DN250 z tworzywa PVC-U typ KV zakończonej denkiem z tworzywa PVC-U.

Podczas zabudowy otworów kolumną filtrową, należy pamiętać aby stosować prowadniki centrujące nie rzadziej niż co 6,0 m. Projekt geologiczno-techniczny otworu badawczo-eksploatacyjnego S1 przedstawiono w załączniku graficznym nr 9. Ostateczną natomiast decyzję o głębokości zapuszczenia części czynnej filtra, jego średnicy nominalnej oraz doborze szczelin filtra, podejmie geolog nadzorujący w porozumieniu z Inwestorem na podstawie bieżących wyników i postępów wiercenia oraz badań laboratoryjnych składu granulometrycznego warstwy wodonośnej.

4.3. Prognozowany dopływ do otworu

Wymagana wydajność eksploatacyjna dla całego projektowanego ujęcia wynosi około 350 – 400 m³/h. Z otworu badawczo – eksploatacyjnego S1 wykonanego w pierwszym etapie robót geologicznych, zadawalającą wydajnością byłoby 100 m³/h.

Jednak ze względu na brak szczegółowego rozpoznania hydrogeologicznego w rejonie planowanej budowy ujęcia wód podziemnych wyznaczenie wielkości dopływu do otworu wiertniczego ma charakter pogładowy. Dopiero fizyczna realizacja prac wiertniczych, zafiltrowanie otworów i przeprowadzenie próbných pompowań pomiarowych umożliwi pełną charakterystykę hydrogeologiczną i oszacowanie ilości zasobów eksploatacyjnych możliwych do wykorzystania. Niemniej jednak w oparciu o badania geoelektryczne, dostępne archiwalne dane geologiczne dotyczące przedmiotowego terenu, jak i o opracowania o charakterze regionalnym, stwierdzono, że trzeciorzęd w rejonie badań charakteryzuje się wielowarstwowym systemem wodonośnych oraz artezyjskim charakterem zwierciadła, które stabilizuje się nawet do 20 m nad poziomem terenu.

Warstwę wodonośną tworzą tutaj piaski średnio, grubo i różnoziarniste, a także żwiry, przy uśrednionej wartości współczynnika filtracji uzyskanej z danych archiwalnych ujęć wód podziemnych, zlokalizowanych w sąsiedztwie planowanego ujęcia, która wynosi $k_{sr} = 8,1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Zakładając, że jeden projektowany otwór badawczo-eksploatacyjny, będzie się charakteryzował następującymi parametrami technicznymi:

- promień studni z obsypką $r = 0,203$ [m],
- długość części roboczej filtra [m] $l = 24,7$ [m],
- depresja $s = 20,0$ [m],
- poprawka Forchheimera 1,

to jego potencjalna wydajność eksploatacyjna wyniesie $Q_e = 111$ m³/h, przy projektowanym promieniu oddziaływania $R = 700$ [m]. Obliczenia wykonano stosując wzór Dupuit'a dla zwierciadła naporowego w warunkach ruchu ustalonego z poprawką dla otworu niezupełnego.

Dla projektowanego otworu badawczo-eksploatacyjnych S1 na podstawie rzeczywistych i szczegółowych wyników prac wiertniczych i hydrogeologicznych należy określić wydajność dopuszczalną Q_{dop} w oparciu o odpowiednie hydrogeologiczne zależności empiryczne oraz na podstawie danych dostarczonych przez producentów filtrów, po dobraniu szerokości szczelin. Uwzględniając natomiast archiwalne dane i parametry hydrogeologiczne dopuszczalna wydajność projektowanego otworu badawczo-eksploatacyjnego (S1) wynosi:

$$Q_{dop} = \pi \cdot d \cdot l \cdot v_{dop} = 183,2 \text{ m}^3 / \text{h}$$

gdzie:

v_{dop} - dopuszczalna prędkość wlotowa do filtra określona na podstawie formuły Abramowa

$$\text{wyniosła: } v_{dop} = 65 \cdot \sqrt[3]{k} = 5,18 \text{ m/h}$$

4.4. Zamykanie horyzontów wodonośnych

Projektowane roboty i prace geologiczne mają na celu ująć wody podziemne trzeciorzędowego poziomu wodonośnego występującego przeważnie na głębokości w granicach 50 – 90 m. W przypowierzchniowej strefie występuje czwartorzędowy poziom wodonośny, który zostanie odizolowany od wód trzeciorzędowych uszczelnieniem preparatem ilowym typu Compactonit.

4.5. Prace pompowe

Projektowane prace pompowe obejmą wykonanie pompowania oczyszczającego i pomiarowego. Otwór przed przystąpieniem do pompowania pomiarowego należy uzbroić w odpowiedni pod względem technicznym zestaw pompy oraz zabezpieczenie energetyczne, które zapewnią bezawaryjną pracę przez cały okres próbnego pompowania i utrzymanie stałej wydajności. Zakłada się, że wydajność pompy musi zapewniać eksploatację na poziomie minimum 120 m³/h. Pompa powinna jednak pozwolić na uzyskanie depresji sięgającej poniżej powierzchni terenu. Przy doborze pompy należy zwrócić uwagę na wielkość jej podnoszenia, co ma zasadniczy wpływ na uzyskiwanie wydajności, gdy odprowadzanie wody następuje długimi rurociągami. Zestaw pompy należy zaopatrzyć w armaturę pozwalającą na rejestrację wydajności i pobór próbek wody podziemnej do badań laboratoryjnych.

Próbne pompowanie, należy przeprowadzić w dwóch etapach: oczyszczające i pomiarowe. Po odwierceniu otworu w pierwszej kolejności należy przeprowadzić jego pompowanie oczyszczające celem oczyszczenia otworu, filtra, strefy przyfiltrowej i oszacowania możliwej do uzyskania wydajności. Pompowanie oczyszczające należy prowadzić dopóty, dopóki pompowana woda nie będzie zupełnie klarowna, jednak nie mniej niż 12 godzin. Następnie dany otwór należy zachlorować i pozostawić na co najmniej 24 godzinny. W przypadku samowypływu będzie to możliwe po zamontowaniu głowicy z zaworem, wodomierzem i manometrem. Po zachlorowaniu można rozpocząć stabilizację zwierciadła wody, którą należy prowadzić do momentu stałych wskazań manometru, lecz nie krócej niż 24 godziny.

Po wykonaniu stabilizacji zwierciadła można przystąpić do pompowania pomiarowego. Projektuje się pompowanie pomiarowe na trzech ustalonych stopniach dynamicznych w czasie 144 godzin, po 48 godziny na jednym stopniu dynamicznym wg zasady:

- I stopień przy wydajności $Q_1 = 1/3 Q_{\max}$ (maksymalna wydajność określona w czasie pompowania oczyszczającego) – czas trwania 48 h,
- II stopień przy wydajności $Q_2 = 2/3 Q_{\max}$ (maksymalna wydajność określona w czasie pompowania oczyszczającego) – czas trwania 48 h,
- III stopień przy wydajności $Q_3 = Q_{\max}$ (maksymalna wydajność określona w czasie pompowania oczyszczającego) – czas trwania 48 h.

W związku z możliwością wystąpienia samowypływu o dużej wydajności I stopień oraz ewentualnie II stopień pompowania pomiarowego może być prowadzony na samowypływie bez użycia pompy.

Wypompowana woda z warstwy wodonośnej nie może przedostać się z powrotem do warstwy. W związku z tym najlepiej jest ją odprowadzić do cieków lub dużych zbiorników powierzchniowych. Wodę z próbnego pompowania zaleca się odprowadzić w kierunku wschodnim do istniejącego rowu. Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że fakt ten musi być uzgodniony z administratorem rowu.

4.6. Obserwacje i pomiary hydrogeologiczne

Prace hydrogeologiczne niezbędne do realizacji postawionego celu będą obejmowały pomiary i obserwacje położenia zwierciadła wody, a także pobór próbek wody. Pomiary należy wykonywać zgodnie z wymogami normy PN-74 B-04452 z dokładnością do 1 cm. Wszystkie pomiary należy prowadzić od stałego punktu pomiarowego na górnej krawędzi rury nadfiltrowej, a następnie przy interpretacji, odnosić do ustalonych pomiarów geodezyjnymi rzędnymi. Przed przystąpieniem do pompowania należy pomierzyć zwierciadło wody i głębokość otworu. W trakcie pompowania pomiarowego oraz stabilizacji zwierciadła wody należy wykonywać pomiary zwierciadła wody (ew. odczyty manometru) w pompowanym otworze oraz rejestrować wielkości wydatku, a także temperaturę wody i powietrza.. Obserwacje zwierciadła wody lub ciśnienia w otworze prowadzić należy również po zakończeniu prac pompowych do momentu powrotu zwierciadła wody do stanu sprzed pompowania tj. uzyskania przynajmniej 3-ech identycznych odczytów wykonanych w odstępach godzinowych. Częstotliwość pomiarów zwierciadła wody w trakcie prac pompowych ustali na bieżąco nadzór hydrogeologiczny. Niemniej jednak częstotliwość pomiarów dynamicznego zwierciadła wody (lub ciśnienia za pomocą manometru) w pompowaniu nie powinna być rzadsza niż co minutę w pierwszych 10 minutach pompowania, co 2 minuty od 10 do 20 minuty, co 5 minut od 20 minuty do 1 godzin, co 10 minut od 1 do 2 godziny pompowania oraz co 30 minut w 3 godzinie, co 1h w kolejnej i dalszych. Inne pomiary wykonywać należy w interwałach godzinnych. Po zakończeniu obserwacji zwierciadła wody ponownie należy pomierzyć głębokość pompowanego otworu w celu ustalenia wielkości

ewentualnego zasypu. Wszystkie wyniki pomiarów i obserwacji należy notować w dzienniku próbnego pompowania.

4.7. Przewidywany sposób likwidacji otworu

Nie przewiduje się likwidacji projektowanego otworu badawczo-eksploatacyjnego w związku z jego zabudowaniem filtrem i wykorzystaniem do celów eksploatacji wód podziemnych na potrzeby zaopatrzenia ludzi w wodę zdatną do spożycia. Po jego wykonaniu i przeprowadzeniu niezbędnych badań hydrogeologicznych zostanie opracowany dodatek do projektu robót geologicznych dla II etapu badań, a końcowym efektem będzie wykonanie dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne wraz ze szczegółową charakterystyką opisującą wyniki wszystkich prac.

Jednak w przypadku nie osiągnięcia zadowalających wyników wiercenia (brak warstwy wodonośnej, albo mała wydajność) lub awarii w trakcie wykonywania, np. uszkodzenie kolumny filtracyjnej podczas zapuszczania, dany otwór należy zlikwidować poprzez zasypanie wyrobiska urobkiem zdezynfekowanym podchlorynem sodu lub chloraminą wraz uszczelnieniem preparatem ilowym. Decyzję o likwidacji otworu podejmie nadzór geologiczny w porozumieniu z Inwestorem. Miejsce wiercenia w przypadku likwidacji otworu, po wykonaniu pomiarów geodezyjnych, należy oznaczyć tzw. „świadkiem” - stalową rurą wystającą minimum 1 m n.p.t. wmurowaną w betonowy postument. Na postumencie, w sposób zapewniający trwałość, należy opisać numer otworu i datę likwidacji. Po zakończeniu prac wiertniczych teren należy doprowadzić do stanu użyteczności poprzez wyrównanie i odtworzenie warstwy glebowej. Projekt geologiczno-techniczny likwidacji otworu przedstawiono w załączniku nr 10.

4.8. Opróbowanie otworu i badania laboratoryjne skał i wody

Dla należytego zbadania i udokumentowania wykształcenia litologicznego w podłożu, z otworów w trakcie wiercenia należy pobierać próbki z przewiercanych skał przy każdej zmianie, jednak nie rzadziej niż co 2,0 m, a z warstw wodonośnych co 1 m. Próbki należy przechowywać zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa geologicznego. Zaleca się aby gromadzić je w drewnianych skrzynkach oznaczonych datą rozpoczęcia i zakończenia wiercenia, numerem otworu, głębokością występowania i przelotami pobrania próbek. Z utworów piaszczystych i żwirowych warstw wodonośnych należy pobierać próby do analizy sitowej celem określenia składu granulometrycznego w ilości, co najmniej jednej reprezentatywnej z każdego przewiercanego horyzontu wodonośnego. Na podstawie analizy składu granulometrycznego należy określić szerokość szczeliny części czynnej filtra oraz uziarnienie obsypki filtracyjnej. Pobór próbki wody do badań laboratoryjnych należy wykonywać pod nadzorem geologa w

ostatniej godzinie pompowania pomiarowego z każdego wykonanego otworu. Wodę należy poddać badaniom fizykochemicznym oraz bakteriologicznym. Zakres badań powinien obejmować, co najmniej następujące wskaźniki:

- odczyn pH, przewodnictwo właściwe, barwa, zapach, mętność, smak, zasadowość ogólna, sucha pozostałość, twardość ogólna, wodorowęglany, siarczany, chlorki, azotany, azotyny, jon amonowy, sód, potas, wapń, magnez, żelazo, mangan, a także badanie bakteriologiczne.

Taki zakres analityczny pozwoli dokonać bilansu jonowego i porównać aktualny stan wód trzeciorzędowych, w odniesieniu do archiwalnych wyników badań w tym do wyników zawartych w opracowaniach regionalnych, np. objaśnieniach do map. Analiza wyników wraz z porównaniem z danymi regionalnymi pozwoli ocenić tendencje zmian składu fizykochemicznego. Próbkę do badań należy pobierać zgodnie z obowiązującymi normami i wytycznymi branżowymi. Zaleca się pobór do szczelnie zamykanych szklanych pojemników w ilości minimalnej 1,5 dm³ po ich uprzednim dokładnym przepłukaniu.

4.9. Magazynowanie i przekazanie próbek geologicznych

Stosownie do art. 82 ustawy prawo geologiczne i górnicze ten kto wykonuje roboty geologiczne na podstawie decyzji o zatwierdzeniu projektu robót geologicznych ma obowiązek bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych, w tym robót geologicznych oraz ich wyników. Uzyskane w trakcie wiercenia przedmiotowych otworów badawczo-eksploatacyjnych próbki geologiczne możemy zaliczyć do tzw. próbek czasowego przechowywania. Wykonawca robót wiertniczych zobowiązany jest do przechowywania tych próbek w magazynie spełniającym odpowiednie wymogi, które zapewnią im ochronę przed szkodliwymi wpływami, szczególnie atmosferycznymi. Likwidacja próbek może nastąpić po zatwierdzeniu dokumentacji geologicznej powykonawczej przez Marszałka Województwa Dolnośląskiego. Z przeprowadzonej likwidacji należy sporządzić stosowny protokół. Zgodnie z obowiązującymi przepisami nie ma obowiązku przekazywania próbek organowi administracji geologicznej.

4.10. Wyszczególnienie robót geodezyjnych

Otwór badawczo-eksploatacyjny należy wyznaczyć metodą domiarów prostokątnych przez uprawnionego geodetę. Rozwiązanie takie pozwoli uniknąć kolizji z uzbrojeniem podziemnym. Po zakończeniu prac wiertniczych i pompowych należy natomiast określić rzędną punktu pomiarowego na górnej krawędzi rury nadfiltrkowej danego otworu oraz terenu przy tym otworze w nawiązaniu do Państwowej Sieci Geodezyjnej i określić współrzędne topograficzne w układzie 2000 lub 1992.

4.11. Orientacyjny harmonogram badań i robót geologicznych

Roboty geologiczne mogą być wykonywane po zatwierdzeniu niniejszego projektu robót geologicznych dla etapu I. Poniżej w tabeli przedstawiono szczegóły realizacji poszczególnych prac.

Lp	Zadanie	Przewidywany czas realizacji etapów prac
Termin rozpoczęcia nie szybciej niż 14 dni od daty zgłoszenia zamiaru przystąpienia do wykonywania robót geologicznych właściwemu organowi administracji geologicznej oraz wójtowi, burmistrzowi lub prezydentowi miasta właściwego ze względu na miejsce wykonywanych robót (art. 81 ustawy - Prawo geologiczne i górnicze)		
1	Montaż urządzenia, zagospodarowanie terenu prac	3 dni
2	Wiercenie otworu do głębokości 95 m	30 dni
3	Zabudowa kolumny filtracyjnej i pompowanie	2 dni
4	Likwidacja placu wiercenia	3 dni
5	Wyrównanie terenu po wykonanych pracach oraz przeprowadzenie pomiarów geodezyjnych	1 dzień
6	Próbne pompowanie otworu	6 dni
7	Wykonanie projektu robót geologicznych (etap II)	Do 2 miesięcy od daty zakończenia prac wiertniczych i badawczych
8	W przypadku niekorzystnych wyników robót geologicznych etapu I – wykonanie innej dokumentacji geologicznej	do 6 miesięcy od daty zakończenia prac wiertniczych

Zakres założonych prac i robót terenowych wymaga orientacyjnie około 45 dni roboczych. Obejmuje on: montaż urządzenia i zagospodarowanie terenu prac, wiercenie, montaż kolumny filtracyjnej, wykonanie obsypki, próbne pompowanie pomiarowe oraz doprowadzenie całego terenu do stanu użytkowania. Opracowanie dodatku do projektu robót geologicznych – II etap - do 2 miesięcy od daty zakończenia prac terenowych. W przypadku niekorzystnych wyników wierceń – opracowanie innej dokumentacji geologicznej – do 6 miesięcy od daty zakończenia prac wiertniczych. Inwestor wstępnie zakłada rozpoczęcie robót w styczniu 2018 r., a ich zakończenie w lutym 2018 r.(I etap). Realizacja prac planowanych w II etapie będzie uzależniona od wyników etapu pierwszego, a także od zabezpieczenia w budżecie wymaganych środków finansowych i daty zatwierdzenia dodatku do projektu robót geologicznych (etap II), co spowodować może przesunięcie terminu rozpoczęcia robót. W związku z tym wnioskuje się o przyjęcie projektu robót geologicznych z 60 miesięcznym terminem ważności.

4.12. Wpływ projektowanych robót na środowisko, w tym obszary Natura 2000

Projektowane roboty i prace geologiczne nie będą miały negatywnego wpływu na środowisko. Prace zlokalizowane są na gruntach poza terenem zamieszkałym. Prace wiertnicze należy wykonywać w sposób umożliwiający ochronę gruntów oraz wód powierzchniowych i podziemnych. Organizacja placu budowy wymagać będzie wydzielenia terenu, na którym zostanie ustawione urządzenie wiertnicze oraz plac z rurami i żerdziami wiertniczymi. W związku z wykonaniem jednego otworu teren robót należy tak zorganizować, aby nie zagrozić sobie dostępu do poszczególnych narzędzi wiertniczych. Samo wiercenie będzie się odbywać bez użycia płuczki wiertniczej.

Prace wiertnicze należy zaś prowadzić ze szczególną uwagą na potencjalną możliwość uwolnienia paliw i smarów ze sprzętu wiertniczego i środków transportu. Zespół wiertniczy będzie posiadał środki do neutralizacji potencjalnych wycieków oleju. W czasie prowadzenia prac nie stosuje się środków mogących zanieczyścić wody wglębne i powierzchniowe.

Urobek (zwierciny) gromadzone będą w dołach urobkowych. Odpad - urobek pozostały po wykonaniu prac zostanie usunięty i przekazany do utylizacji. Po odwierceniu otworu i zabudowaniu kolumną filtracyjną przewiercone, a nie ujęte częścią czynną filtra horyzonty wodonośne będą izolowane preparatem iłowym. Biorąc pod uwagę informacje dotyczące rodzaju, jakości i wytrzymałości materiałów przewidzianych do zamontowania w otworze wiertniczym nie widzi się zagrożenia dla jakości wód podziemnych ze strony podziemnej części projektowanych robót. Projektowane prace nie stanowią zagrożenia dla powietrza atmosferycznego, nie będą miały negatywnego wpływu na środowisko wód powierzchniowych i nie spowodują zmian w górotworze.

Według ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 roku o ochronie przyrody ustanawia się następujące formy ochrony:

- parki narodowe;
- rezerваты przyrody;
- parki krajobrazowe;
- obszary chronionego krajobrazu;
- obszary Natura 2000;
- pomniki przyrody; stanowiska dokumentacyjne;
- użytki ekologiczne;
- zespoły przyrodniczo-krajobrazowe;
- ochrona gatunkowa roślin, zwierząt i grzybów.

Teren projektowanych robót geologicznych zlokalizowany jest poza wszelkimi formami chronionej przyrody. Najbliżej terenu projektowanych robót zlokalizowane są obszary siedliskowy Natury 2000 – Mokradła Gniewomierskie, które jednak występują w odległości 4,2 km na wschód od lokalizacji otworu. Ponadto ze względu również na typowy i standardowy charakter opisywanej działalności i robót geologicznych, nie ma zagrożenia dla komponentów środowiska. Zakres robót geologicznych prowadzony zgodnie z warunkami przedstawionymi w niniejszym opracowaniu będzie zgodny z wszelkimi wymaganiami i nie będzie stanowił zagrożenia dla elementów środowiska.

5. OPIS PRZEDSIĘWZIĘĆ TECHNICZNYCH, TECHNOLOGICZNYCH I ORGANIZACYJNYCH MAJĄCYCH NA CELU ZAPEWNIENIE BEZPIECZEŃSTWA POWSZECHNEGO I BEZPIECZEŃSTWA PRACY

W związku z faktem, że do zaprojektowanych w niniejszym opracowaniu prac geologicznych nie stosuje się przepisów o planach ruchu zakładu górniczego poniżej przedstawiono niezbędne przedsięwzięcia mające na celu zapewnienie bezpieczeństwa powszechnego i bezpieczeństwa pracy.

Prace wiertnicze powinny być wykonywane przez pracowników posiadających wymagane kwalifikacje oraz zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 28.06.2002 r. (Dz. U. Nr 109 poz. 961), w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w zakładach górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi. Prace realizowane zgodnie z projektem nie spowodują zagrożenia środowiska i bezpieczeństwa powszechnego. Transport wiertnicy umieszczonej na samochodzie ciężarowym wraz z oprzyrządowaniem i barakowozu (campingu) winien odbywać się po istniejących drogach dojazdowych. Organizacja placu budowy wymagać będzie wydzielenia terenu, na którym zostanie ustawione urządzenie wiertnicze, rampa rurowo-żerdziowa. Należy wykonać ogrodzenie placu budowy poprzez olinowanie lub ogrodzenie ażurowe w celu uniemożliwienia wstępu osobom postronnym. Należy także całość oznakować tablicami ostrzegawczymi.

Po wykonaniu robót przygotowawczych pod montaż urządzenia wiertniczego, prowadzone będą prace montażowe, które winny być wykonywane zgodnie z instrukcją montażu przy równoczesnym zachowaniu przepisów BHP. Podstawowym warunkiem dopuszczenia do ruchu urządzeń energo-mechanicznych, powinien być prawidłowy montaż jak również ich stan techniczny. Codziennie przed rozpoczęciem zmiany, wiertacz zmianowy dokonuje przeglądu urządzeń wiertniczych i sprzętu pomocniczego, a wyniki i uwagi wpisuje do

dziennego raportu wiertniczego. Zagrożenia mogące wystąpić podczas prac wiertniczych sprowadzają się przeważnie do zagrożeń energetycznych i mechanicznych. Profilaktyka i likwidacja tych zagrożeń polega na stosowaniu odpowiednich przekrojów przewodów elektrycznych i stosowaniu sprawnej ochrony przed porażeniem elektrycznym. Zagrożenia mechaniczne związane są z występowaniem wirujących części maszyn. Profilaktyka i likwidacja polega na sprawdzaniu osłon części wirujących oraz ich naprawie. Na wiertni może wystąpić zagrożenie pożarowe, więc każda wiertnia winna być wyposażona w sprzęt przeciwpożarowy. Pracownicy zatrudnieni na wiertni są pouczeni o sposobach zapobiegania pożarom i ich zwalczaniu. Warunkami szkodliwymi na wiertni może być hałas. Hałas powinien być eliminowany poprzez stosowanie ochronników słuchu. Szczególną ostrożność należy zachować przy przeglądzie mechanicznych urządzeń wiertniczych, przy sprawdzaniu połączeń elementów wieży wiertniczej, sprawdzania lin i prawidłowości ustawienia urządzeń.

Przedsiębiorca realizujący prace wiertnicze powinien przed ich rozpoczęciem przeprowadzić szkolenie załogi wiertniczej z podkreśleniem możliwych zagrożeń i sposobu ich unikania. Zobowiązany jest także do dostarczenia i pozostawienia instrukcji bezpiecznego prowadzenia robót. Oprócz tego musi dostarczyć apteczkę z podstawowym zestawem medykamentów, gaśnicę pianową oraz urządzenia p/pożarowe. Ponadto musi zaopatrzyć załogę w kaski ochronne oraz odzież ochronną i kontrolować ich użycie w czasie pobytu w zasięgu działania urządzeń wiertniczych. Przed rozpoczęciem prac należy sprawdzić szczelność zbiorników paliwowych oraz sprzężarek w celu wyeliminowania ewentualnych nieszczelności. Poza tym zespół wiertniczy musi posiadać środki do neutralizacji potencjalnych wycieków oleju. W trakcie realizacji prac nie będą stosowane materiały wybuchowe i promieniotwórcze. Wylot otworu poza godzinami pracy musi być skutecznie zabezpieczony. Wiertnia powinna być wyposażona w niezbędne pomieszczenia socjalne i urządzenia higieniczno-sanitarne. Po zakończeniu prac wiertniczych wykonawca prac zobowiązany jest do uporządkowania terenu i przywrócenia go do stanu użyteczności gospodarczej.

6. PRACE DOKUMENTACYJNE

Po zakończeniu robót geologicznych przewidzianych dla etapu I, w przypadku korzystnych wyników badań, umożliwiających eksploatację wód w zadowalającej ilości, należy wykonać dodatek do projektu robót geologicznych dla etapu II, który zawierać musi podsumowanie wyników robót geologicznych uzyskanych w pierwszym etapie oraz szczegółowe określenie rodzaju, zakresu i harmonogramu robót geologicznych, które mają być prowadzone w kolejnym etapie. Dodatek do projektu robót geologicznych dla etapu II, należy opracować zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót,

których wykonanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. Nr 288 poz. 1696 z późniejszymi zmianami). W przypadku natomiast niekorzystnych wyników wierceń i badań wykonanych w etapie I (brak warstwy wodonośnej, niewystarczająca ilość wód itp.) należy przeprowadzić likwidację otworu badawczo-eksploatacyjnego, zgodnie z punktem 4.7. niniejszego opracowania oraz załącznikiem nr 10. Po zakończeniu wszystkich prac likwidacyjnych należy wykonać wówczas inną dokumentację geologiczną sporządzaną w przypadku wykonywania prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopaliny lub zasobów wód podziemnych. Należy ją opracować zgodnie z wymogami ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. Nr 163, poz. 981 ze zmianami) oraz Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 6 grudnia 2016 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych (Dz. U. z 2016 r., poz. 2023).

Jeżeli natomiast wyniki robót geologicznych w I i II etapie będą pozytywne pod kątem możliwości eksploatacji i budowy nowego ujęcia, to wówczas należy opracować dokumentację hydrogeologiczną ustalającą zasoby eksploatacyjne nowego ujęcia (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, Dz. U. z 2016 poz. 2033).

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

- Projekt robót geologicznych (etap I) należy przedłożyć w dwóch egzemplarzach w Urzędzie Marszałkowskim Województwa Dolnośląskiego we Wrocławiu celem zatwierdzenia;
- W czasie wykonywania prac wiertniczych i geologicznych należy zapewnić nadzór geologiczny przez osobę posiadającą odpowiednie uprawnienia wymagane obowiązującymi przepisami prawa geologicznego;
- Prace i roboty geologiczne powinny być przeprowadzone i wykonane zgodnie z obowiązującymi zasadami, normami i z obowiązującym prawem geologicznym i górniczym;
- Ze względu na zróżnicowane wykształcenie budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych oraz zmienność głębokości zalegania i miąższości poziomu trzeciorzędowego, wnioskuje się o upoważnienie geologa nadzorującego do bieżącego korygowania projektu w zakresie:
 - użycia dodatkowych kolumn rur wiertniczych w razie napotkania trudnych warunków wiercenia,
 - zmiany głębokości otworu w zakresie 10% projektowanej całkowitej głębokości oraz zmiany rozmieszczenia części czynnych filtrów studziennych w zależności od rzeczywistych przelotów warstw wodonośnych,
 - zmiany czasu (wydłużenia) pompowania pomiarowego;

- Po wykonaniu otworu S1, przeprowadzeniu niezbędnych badań i uzyskaniu korzystnych warunków hydrogeologicznych, należy opracować dodatek do projektu robót geologicznych (etap II), który będzie zawierał podsumowanie wyników robót geologicznych uzyskanych w I etapie oraz szczegółowe określenie rodzaju, zakresu i harmonogramu robót geologicznych dla II etapu, w szczególności w zakresie ilości, konstrukcji i lokalizacji kolejnych otworów badawczo – eksploatacyjnych ujęcia.
- W przypadku niekorzystnych warunków hydrogeologicznych i zaniechania prac związanych z budową ujęcia wód z piętra trzeciorzędowego należy wykonać inną dokumentację geologiczną sporządzaną w przypadku wykonywania prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów wód podziemnych.
- Wnioskuje się o wydanie decyzji administracyjnej zatwierdzającej „Projekt robót geologicznych ...” z 60 miesięcznym terminem ważności.