

**PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH
NA WYKONANIE OTWORÓW TECHNICZNYCH
W CELU WYKORZYSTANIA CIEPŁA ZIEMI
(WYKONANIA GRUNTOWYCH WYMIENNIKÓW POMPY
CIEPŁA) NA DZIAŁCE NR EWID. 66/5 OBRĘB 6-15-01
PRZY UL. KSIĘCIA BOLESŁAWA 6 W WARSZAWIE**

Wykonawca: **PROGEO s.c. J. Miłosz, Z. Żywicki**
00-820 Warszawa, ul. Sienna 61/9

Inwestor: **Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych**
ul. Księcia Bolesława 6, 01-494, Warszawa

Miejscowość: **Warszawa**
Gmina: **Bemowo**
Powiat: **Warszawa**
Województwo: **mazowieckie**

Opracowali:

mgr inż. Jan Miłosz
upr. geol. VII – 1134

mgr Leszek Kacprzak
upr. geol. V – 1476

Warszawa, luty 2016

Spis zawartości:

Część opisowa:

1.	Wstęp	4
2.	Ogólna charakterystyka terenu i projektowanej inwestycji.....	4
2.1.	Lokalizacja	4
2.2.	Morfologia, hydrografia i zagospodarowanie terenu	4
2.3.	Budowa geologiczna	5
2.4.	Warunki hydrogeologiczne	5
2.5.	Jakość wód podziemnych.....	6
3.	Analiza materiałów archiwalnych i omówienia wcześniej wykonanych robót geologicznych	6
4.	Prace projektowane	7
4.1.	Charakterystyka obiektu i założenia projektowe projektowanej instalacji ..	7
4.2.	Sposób prowadzenia robót w aspekcie przepisów BHP i BP	9
4.3.	Ocena wpływu projektowanych robót na środowisko. Przedsięwzięcia niezbędne dla ochrony środowiska.....	9
4.4.	Sposób instalacji rurek polietylenowych	10
4.5.	Pobieranie próbek gruntu, wody, badania specjalistyczne	11
5.	Harmonogram robót.....	11
6.	Wnioski	12

Część graficzna:

- Zał. 1. Lokalizacja projektowanych robót geologicznych na mapie topograficznej w skali 1: 50 000.
- Zał. 2. Lokalizacja projektowanych robót na tle mapy sytuacyjno - wysokościowej Skala 1:500.
- Zał. 3. Lokalizacja projektowanych robót geologicznych na tle Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 ark. Warszawa Zachód.
- Zał. 4. Lokalizacja projektowanych robót na tle Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 ark. Warszawa Zachód.
- Zał. 5. Lokalizacja projektowanych robót geologicznych na tle Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 ark. Warszawa Zachód.
- Zał. 6. Profile otworów studziennych z Centralnej Bazy Danych Hydrogeologicznych
- Zał. 7. Powtarzalny projekt geologiczno – techniczny projektowanych otworów wiertniczych

1. Wstęp

Projektowana inwestycja zlokalizowana jest przy ul. Bolesława 6 w Warszawie, na terenie dzielnicy Bemowo, województwo mazowieckie. Zleceniodawcą opracowania jest INSTYTUT TECHNICZNY WOJSK LOTNICZYCH ul. Księcia Bolesława 6, 01-494 Warszawa.

Inwestor jest właścicielem nieruchomości w granicach której zostaną wykonane roboty geologiczne.

Projektowane jest wykonanie otworów wiertniczych. W otworach zostaną zainstalowane pionowe sondy dla wykonania wymiennika pompy ciepła.

Projekt zawiera opis warunków geologicznych i hydrogeologicznych a także projekt robót geologicznych koniecznych dla odwiercenia wspomnianych wyżej otworów.

Podstawą do wykonania niniejszego opracowania były:

- zlecenie wykonania projektu robót geologicznych,
- plan sytuacyjno – wysokościowy w skali 1:500 dostarczony przez Inwestora,
- PROJEKT WYKONAWCZY. TOM 3. INSTALACJA POMP CIEPŁA. PORTYK Sp. z o.o. Sp. k., Warszawa, grudzień 2016 r.
- publikowane materiały geologiczne.

Projekt niniejszy wykonany został zgodnie z wymogami określonymi w ustawie z dnia 9 czerwca 2011r. - Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. Z 2011 r Nr 163 poz. 981) oraz 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). Projekt będzie podlegał zgłoszeniu staroście powiatu piaseczyńskiego.

2. Ogólna charakterystyka terenu i projektowanej inwestycji

2.1. Lokalizacja

Projektowane roboty geologiczne przeprowadzone zostaną w obrębie terenu położonego na działce nr ewid. 66/5 obręb 6-15-01 przy ul. Księcia Bolesława 6 w Warszawie. Planowane jest wykonanie instalacji służącej do ogrzewania obiektów Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych. Lokalizacja terenu badań pokazana jest na wycinku mapy topograficznej Polski w skali 1:50 000 (załącznik nr 1).

2.2. Morfologia, hydrografia i zagospodarowanie terenu

Dokumentowany teren według podziału na jednostki fizyczno – geograficzne Polski (J. Kondracki, Geografia Fizyczna Polski, 1978) zlokalizowany jest w mezoregionie Równina Warszawska (318.76) wchodzącej w skład makroregionu Nizina

Środkowomazowiecka (318.7). Na omawianym obszarze przeważają tereny płaskie, występuje zwarta zabudowa. Około 5,0 km na wschód przepływa rzeka Wisła.

Hydrograficznie obszar ten zaliczyć można do zlewni rzeki Wisły.

Teren projektowanej inwestycji budują od powierzchni terenu piaski wodnolodowcowe górne, miejscami zastoiskowe zlodowacenia Warty i gliny zwałowe zlodowacenia Odry.

Według Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 ark. Warszawa Zachód obszar projektowanych robót leży poza obszarami podlegającymi ochronie. Miejsce projektowanych robót leży poza granicami obszarów NATURA 2000. Położenie obszaru projektowanych robót na tle zagospodarowania terenu oraz obiektów i obszarów podlegających ochronie przedstawiono na załączniku nr 3.

2.3. Budowa geologiczna

Pod względem geologicznym omawiany obszar znajduje się w obrębie jednostki strukturalnej – Niecki Warszawskiej, zbudowanej z osadów Kredy górnej (margle i ropy margliste) ze stropem na głębokości ok. 230-250 m pp.t, oligocenu (piaski, lokalnie żwiry, mułki i ropy z glaukonitem i fosforitami), miocenu (piaski, mułki i ropy z wkładkami węgla brunatnego) o sumarycznej miąższości ok. 120 m. Najmłodsze piętro trzeciorzędu budują osady pliocenu facji śródlądowej wykształcone w postaci ropy, ropy pylastych, ropy zwięzłych pylastych, rzadziej piasków drobnych, pylastych i sporadycznie – piasków średnich. Osady te stanowią podłoże utworów czwartorzędowych reprezentowanych przez utwory akumulacji glacialnej i peryglacialnej. W rejonie objętym projektowanymi pracami czwartorzęd osiąga miąższości od kilku do 50m, lokalnie do ponad 100 m.

2.4. Warunki hydrogeologiczne

Warunki hydrogeologiczne panujące na obszarze wykonanych prac geologicznych przedstawiono w oparciu o Mapę hydrogeologiczną Polski w skali 1:50 000 ark. Warszawa Zachód (Cygański K., 1997).

W rejonie projektowanych robót geologicznych główny użytkowy poziom wodonośny występuje w obrębie utworów czwartorzędowych. Podrzedne znaczenie ma poziom oligoceński. Projektowane prace geologiczne leżą w granicach jednostki 9aQ/Tr I. Główny użytkowy poziom wodonośny występuje tu na głębokości 5 do 50 m. Miąższość wynosi 10 do 20 m lokalnie jest większa. Wykształcony jest w postaci piasków i żwirów pochodzenia wodnolodowcowego. Poziom użytkowy nie posiada izolacji, stwierdzono obecność ognisk zanieczyszczeń. W rejonie projektowanych robót ustabilizowane zwierciadło wody

występuje na poziomie ok. 100 m n.p.m. Wydajności potencjalne w rejonie projektowanych prac geologicznych przekraczają 50-70 m³/h, a moduł jednostkowych zasobów dyspozycyjnych oszacowano na <100 m³/dobę/km².

Lokalizacje projektowanych robót geologicznych na tle warunków hydrogeologicznych przedstawiono na załączniku 5.

2.5. Jakość wód podziemnych

Według Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 ark. Warszawa Zachód (załącznik nr 5) wody czwartorzędowego poziomu wodonośnego mają jakość średnią. Woda wymaga prostego uzdatniania.

3. Analiza materiałów archiwalnych i omówienia wcześniej wykonanych robót geologicznych

Na etapie przygotowania niniejszego projektu wykorzystano Szczegółową mapę geologiczną Polski w skali 1:50 000 ark. Warszawa Zachód oraz Mapą hydrogeologiczną Polski w skali 1:50 000 ark. Warszawa Zachód.

Do konstrukcji przewidywanego profilu geologicznego wykorzystano również profile otworów studziennych z CBDH znajdujących się w okolicy projektowanej inwestycji. Zestawienie otworów przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 1. Zestawienie otworów studziennych z CBDH

Numer otworu (wg CBDH)	Miejscowość Nazwa obiektu	Odległość oraz kierunek od terenu inwestycji [m]	Głębokość otworu [m]	Głębokość zwierciadła wód podziemnych [m]	Stratygrafia	Stan
5230184	Warszawa Studnia Publiczna	990 SW	30,0	8,0	Q (30,0)	Czynny
5230808	Warszawa Zakłady LOT – 4 1	210 NNW	35,0	3,9	Q (35,0)	Zlikwidowany
5230813	Warszawa Zakłady LOT – 4 2	230 NNW	38,5	3,8	Q (36,7) Tr (38,5)	Zlikwidowany
5230876	Warszawa St Publ Os Bemowo 1	1130 NWW	262,0	30,5	Q (40,0) Tr (262,0)	Czynny
5231181	Warszawa Fort Bema ST 1	640 NNW	243,0	18,0	Q (114,0) Tr (243,0)	Brak danych
5231190	Warszawa Jednostka Wojskowa ST 1	770 NNW	243,6	31,95	Q (114,0) Tr (243,6)	Czynny

Na tej podstawie wyznaczono prawdopodobny profil geologicznych projektowanych otworów. Założono że będzie on przedstawiał się następująco:

Czwartorzęd:

- 0,0 – 4,0 – piaski średnie (suche)
- 4,0 – 12,0 – piaski średnie (suche)
- 12,0 – 15,3 – gliny zwałowe
- 15,3 – 20,5 – mułki zastoiskowe
- 20,5 – 28,7 – piaski ze żwirem (nawodnione)
- 28,7 – 30,5 – gliny zwałowe
- 30,5 – 55,5 – piaski ze żwirem (nawodnione)

Trzeciorzęd:

- 36,5 – 98,0 – iły

4. Prace projektowane

4.1. Charakterystyka obiektu i założenia projektowe projektowanej instalacji

Planowane jest wykonanie instalacji służącej do ogrzewania budynku biurowego ze strefą wejściową do Instytutu oraz istniejącego budynku administracyjnego i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

W założeniach do projektu wykonawczego przyjęto, że dla kaskady pomp ciepła o całkowitej mocy grzewczej 67,96kW projektuje się system Dolnego Źródła poprzez wykonanie pionowych odwiertów głębinowych w ilości 13 szt. na głębokości 98 mb każdego z otworów. Do obliczeń ilości sond przyjmuje się uzysk energetyczny równy 40W/mb. Przyjmuje się odległość pomiędzy sondami minimum 8 m. Dolnym źródłem ciepła będą wymienniki gruntowe w postaci pojedynczego „U-kształtu” uwzględniającego dwa przewody rurowe, każdy o wymiarach 40x3,7, wykonane w technologii HDPE100 RC.

Zakończenie sondy - głowica, winna posiadać w poprzecznym przekroju trójkątny kształt, dzięki czemu usprawnia aplikację sondy w otworze montażowym przy jednoczesnym wyprowadzeniu z odwiertu płuczki wierniczej. Całość elementu roboczego, w którym przepływa czynnik powinna być umieszczona w specjalnie uformowanej obudowie tworzywowej z żywicy wzmocnionej włóknem szklanym dodatkowo wypełnionej masą o właściwościach konstrukcyjno-uszczelniających. Głowica powinna być również wyposażona w otwór iniekcyjny o średnicy wewnętrznej 26mm umożliwiający osiowe prowadzenie wymiennika podczas aplikacji. Średnica zewnętrzna głowicy nie powinna być większa niż 95mm.

Rzeczywistą ilość odwiertów należy dobrać z uwzględnieniem wydajności cieplnej pionowych wymienników gruntowych po wykonaniu próby echa termalnego metodą TRT.

Na potrzeby niniejszego projektu przy projektowaniu otworów wiertniczych przyjęto wytyczne podane w literaturze. W zależności od rodzaju osadów i ich nawodnienia przyjęto następujące wartości współczynnika mocy cieplnej:

- | | |
|--|-------------|
| ▪ dla suchych piasków, żwirów, nasypów | 20 W/m |
| ▪ dla zawodnionych piasków, żwirów | 55 - 65 W/m |
| ▪ dla piasków gliniastych, pyłów | 50 - 60 W/m |
| ▪ dla glin, glin zwałowych | 40 W/m |
| ▪ dla ilów | 30 - 40 W/m |

Poniższe wartości przyjęto dla 1 800 godzin pracy pompy ciepła w ciągu roku.

Zakładając, że profil geologiczny będzie przedstawiał się następująco:

Czwartorzęd:

- 0,0 – 4,0 – piaski średnie (suche)
- 4,0 – 12,0 – piaski średnie (suche)
- 12,0 – 15,3 – gliny zwałowe
- 15,3 – 20,5 – mułki zastoiskowe
- 20,5 – 28,7 – piaski ze żwirem (nawodnione)
- 28,7 – 30,5 – gliny zwałowe
- 30,5 – 55,5 – piaski ze żwirem (nawodnione)

Trzeciorzęd:

- 36,5 – 98,0 – iły

Obliczono, że z jednego otworu o głębokości 98,0 m możliwe jest uzyskanie 3,53 kW energii cieplnej. Zaprojektowano 13 otworów, co daje łączną moc uzyskaną z gruntu na poziomie 45,92 kW.

W projekcie wykonawczym zalecono, aby po wykonaniu 1 otworu zweryfikowano jego średniej wydajności, przez wykonanie próby echa termalnego metodą TRT. Dla prawidłowego przeprowadzenia próby TRT należy zadbać, by od daty wykonania badanego odwiertu upłynęło co najmniej 28 dni. Sama próba TRT powinna dla prawidłowych wyliczeń trwać ok. 72 h. Długość pionowego gruntowego wymiennika ciepła (GWC) dla mocy grzewczej powyżej 30 kW należy

dobrac po przeprowadzeniu symulacji numerycznej np. przy pomocy programu Earth Energy Designer. Dla zapewnienia prawidłowej regeneracji dolnego źródła (DŹ) i kontrolowania przepływu, przewidziano elektroniczny system pomiaru temperatur na każdej sekcji z możliwością archiwizacji wyników.

Jako medium, projektuje się płyn oparty na glikolu propylenowym, nietoksycznym w pełni biodegradowalnym. Wodny roztwór glikolu propylenowego ma zapewnić ochronę przed zamarznięciem do temperatury -15°C .

Płyn musi posiadać pełen pakiet inhibitorów korozji oparty na związkach organicznych, antyspiniacze oraz antyutleniacze.

4.2. Sposób prowadzenia robót w aspekcie przepisów BHP i BP

W niniejszym opracowaniu zakłada się wykonanie 13 otworów wiertniczych o głębokości 98 m każdy. Lokalizację projektowanych otworów przedstawiono na planie w skali 1:500 (załącznik nr 2).

Podczas prowadzenia robót terenowych bezwzględnie przestrzegane będą następujące zasady:

- roboty będą prowadzone przez pracowników przeszkolonych w zakresie prawidłowego ich wykonywania, zaopatrzonych w odpowiednią odzież ochronną oraz jeżeli prace wykonywane będą w miejscach stwarzających ryzyko urazów głowy, także w hełmy ochronne,
- miejsce wykonywania robót wiertniczych zabezpieczone zostanie przed możliwością wkroczenia na nie osób postronnych, nie biorących udziału w pracach,
- przy lokalizowaniu otworów uwzględniona zostanie infrastruktura terenu, w tym napotkane linie energetyczne, a także podziemne uzbrojenia, w szczególności kable energetyczne, telefoniczne, rurociągi, kolektory sanitarne, zidentyfikowane na podstawie planów uzbrojenia i map powierzchni terenu,
- W trakcie prac opisany zostanie profil przewiercanych utworów, zmierzony poziom wód podziemnych.

4.3. Ocena wpływu projektowanych robót na środowisko. Przedsięwzięcia niezbędne dla ochrony środowiska

W trakcie prowadzenie robót może dojść do awarii urządzenia wiertniczego (wyciek oleju silnikowego, oleju napędowego). W przypadku tego typu awarii należy przerwać prace a zanieczyszczony grunt zapakować do przygotowanych worków foliowych. W takim przypadku z zanieczyszczonym gruntem należy postępować zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa. W procesie wiercenia

będzie wykorzystana wiertnica o napędzie spalinowym. Hałas i emisja spalin do atmosfery będzie porównywalna z hałasem i emisją spalin jaką wywołuje praca silnika spalinowego samochodu ciężarowego.

Aby zminimalizować wpływ projektowanych robót geologicznych na środowisko naturalne wiertnica powinna być sprawna tj. posiadać ważne badania techniczne.

Roboty geologiczne należy prowadzić w godzinach dziennych tak aby praca maszyn nie oddziaływała negatywnie na osoby trzecie.

Nie będą wykonywane próbne pompowania. Likwidacja otworów pastą łożowocementową lub spoiwem hydraulicznym zapobiegnie przedostawaniu się ewentualnych zanieczyszczeń z powierzchni terenu do warstwy wodonośnej.

W trakcie procesu wiercenia nie przewiduje się przewiercenia warstw zawierających substancje zagrażające środowisku naturalnemu (np. bituminów). W związku z tym nie przewiduje się konieczności rekultywacji gruntu po zakończeniu robót. Po zakończeniu prac teren należy uporządkować. Urobek należy rozplantować po terenie którego właścicielem jest Inwestor. Przy odpowiednim prowadzeniu robót zaprojektowane prace nie będą miały negatywnego wpływu na środowisko naturalne.

Jak wspomniano wyżej planowany do przewiercenia poziom wodonośny drenowany jest przez Wisłę. Na kierunku spływu wód podziemnych z projektowanej inwestycji brak ujęć wód podziemnych. W przypadku awarii instalacji nie istnieje zagrożenie zanieczyszczenia wód ujmowanych otworami studziennymi.

4.4. Sposób instalacji rurek polietylenowych

W wypełniony płuczką otwór wiertniczy, na przewodzie wiertniczym należy opuścić wypełnioną wodą „U” kształtną rurkę polietylenową (typ HDPE100 RC 3,7x40). W związku z potrzebą zagwarantowania uszczelnienia otworu na całej długości sondy w celu zapobiegania przedostawaniu się zanieczyszczeń pomiędzy poziomami wodonośnymi, niezbędne jest wypełnienie przestrzeni między górotworem a sondą, spoiwem hydraulicznym, nie zawierającym piasku kwarcowego. Do wypełniania przestrzeni pierścieniowej należy zastosować gotową, suchą mieszankę, hydraulicznie wiążącą o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \approx 2,0 \text{ W/m K}$, charakteryzującą się wysoką odpornością na cykliczne zamrażanie i odmrażanie, posiadającą również zwiększoną odporność na agresję chemiczną środowiska. Wymaga się, aby zastosowana masa nadawała się do stosowania w strefach ochrony wód podziemnych z uwzględnieniem standardów higienicznych wobec ujęć wody pitnej. Spoiwo musi posiadać atesty i certyfikaty potwierdzające właściwości deklarowane przez producenta.

W przypadku rozszczelnienia instalacji taki sposób likwidacji otworów uniemożliwi rozprzestrzenianie się cieczy w niej krążącej. Przed zalaniem instalacji cieczą należy przeprowadzić jej próbę szczelności. Sposób likwidacji otworów wiertniczych (zabezpieczania warstwy wodonośnej przez przenikaniem cieczy z instalacji) przedstawiono na załączniku nr 7.

4.5. Pobieranie próbek gruntu, wody, badania specjalistyczne

W trakcie prac wiertniczych należy pobierać próby gruntu z tzw. „koryta”. Pobierane próbki gruntu należy umieszczać w znormalizowanych skrzynkach o pojemności przegród 1 dm³.

Próbki należy pobierać:

- z każdej warstwy wyróżniającej się litologicznie,
- z warstw wodonośnych o dużej miąższości co 2 m.

Głębokości poboru prób gruntu przedstawiono na załączniku nr 7. Nie przewiduje się poboru próbek wody do badań laboratoryjnych. Zakłada się wykonanie pomiaru temperatury na dnie otworu.

Sposób postępowania z próbkami geologicznymi jakie zostaną pobrane podczas robót geologicznych będzie zgodny z ustaleniami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. nr 282, poz.1657).

Próbki, jakie zostaną pobrane podczas projektowanych robót zaliczają się do próbek czasowego przechowywania (zgodnie z § 4 ust. 2 cytowanego powyżej rozporządzenia). Po zakończeniu prac w terenie próbki będą przechowywane u wykonawcy prac geologicznych.

W trakcie projektowanych robót geologicznych nie przewiduje się wykonania innych po za wymienionymi badań specjalistycznych (np. geofizycznych, geochemicznych).

5. Harmonogram robót

Data rozpoczęcia robót uzależniona będzie od Inwestora. Czas trwania robót terenowych nie powinien przekroczyć 31 dni.

Przewiduje się, że roboty będą rozpoczęte 30 dni od daty zgłoszenia projektu robót geologicznych według następującej kolejności:

Wytczenie miejsca wykonania otworów – 1 dzień

Wiercenie wraz z opuszczeniem instalacji do otworów – 28 dni

Próba szczelności - 1 dzień

Geodezyjna inwentaryzacja powykonawcza – 1 dzień

W trakcie prac geodezyjnych należy określić współrzędne X i Y miejsc w których wykonano roboty geologiczne oraz określić rzędne terenu w miejscu wykonanych robót geologicznych.

Z przeprowadzonych robót należy wykonać Inną dokumentację geologiczną.

6. Wnioski

- 6.1. Niniejsze opracowanie zostało wykonane przez firmę Progeo s.c., J. Miłosz, Z. Żywicki, ulica Sienna 61/9, 00-820 Warszawa.
- 6.2. Projekt robót geologicznych wykonano w celu realizacji 13 otworów wiertniczych do głębokości 98,0 m każdy. Otwory zostaną wykonane w celu wykorzystania ciepła Ziemi. Dopuszcza się korygowanie rzeczywistej ilości odwiertów uwzględniając wydajność cieplną pionowych wymienników gruntowych po wykonaniu próby echa termalnego metodą TRT.
- 6.1. Projektowane roboty nie będą negatywnie oddziaływać na środowisko i nie stanowią zagrożenia dla sąsiedniej zabudowy. Zainstalowane przewody podziemne nie spowodują zmiany warunków filtracji w warstwie wodonośnej oraz zmiany stosunków wodnych.
- 6.2. Kolektory gruntowe znajdujące się w odwierconych otworach będą stanowiły zamknięty obieg nie posiadający więzi hydraulicznej z górotworem. Ponadto przestrzeń pierścieniowa zostanie wypełniona materiałem uszczelniającym i wypełniającym celem zabezpieczenia horyzontów wodonośnych. Projektowane roboty nie będą zatem mieć wpływu na pobliskie ujęcia wody.
- 6.3. Przed sprawdzeniem szczelności układu należy go odpowietrzyć.
- 6.4. W celu zabezpieczenia całego układu przed wyciekami roztworu - nośnika ciepła w obwodzie z cieczą należy zamontować wyłącznik ciśnieniowy, który w momencie spadku ciśnienia w instalacji spowoduje jej wyłączenie.
- 6.5. Prace terenowe powinny być prowadzone pod nadzorem uprawnionego geologa.
- 6.6. Niniejszy projekt podlega zgłoszeniu u Prezydenta m. st. Warszawa.
- 6.7. Z wykonanych robót należy wykonać Inną dokumentację geologiczną. Dokumentacja wykonana zostanie zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych przypadków, w których jest konieczne sporządzenie innej dokumentacji geologicznej.

7. Literatura

- 7.1. Geotermia niskotemperaturowa w Polsce i na świecie. Stan aktualny i perspektywy rozwoju. Uwarunkowania techniczne, środowiskowe i ekonomiczne. Kapuściński J., Rodzoch A., 2010, Warszawa, Ministerstwo Środowiska.
- 7.2. Wytyczne projektowe firmy Vaillant 6
- 7.3. Cygański K., 1997 - Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 ark. Warszawa Zachód (523). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa
- 7.4. Morawski W., 1978 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 ark. Warszawa Zachód (523). Wydawnictwa Geologiczne
- 7.5. Wierchowicz J., Krogulec E., 2010 – Mapa geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000 ark. Warszawa Zachód (523). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa
- 7.6. Profile otworów studziennych z Centralnej Bazy Danych Hydrogeologicznych (nr wniosku 1946)