

Zlecniodawca:



GMINA MIASTO SIERADZ

98-200 Sieradz, ul. Plac Wojewódzki 1
tel. 43-826-61-16, fax 43-822-30-05
e-mail: um@umsieradz.pl, www.sieradz.eu

Wykonawca:



**PRZEDSIĘBIORSTWO
GEOLOGICZNE POLGEOL S.A.**

03-908 Warszawa, ul. Berezyńska 39
tel.: (0-22) 617 30 31; fax.: (0-22) 617 42 21
email: polgeol@polgeol.pl, www.polgeol.pl

**Projekt robót geologicznych
dla rozpoznania i udokumentowania zasobów wód termalnych z poziomu
dolnojurajskiego w Sieradzu**

miejsowość: Sieradz
gmina: Sieradz
powiat: sieradzki
województwo: łódzkie

Opracowali:

dr inż. Bogdan Noga

mgr Marcin Zwierzyński
(upr. nr IV-0432)

Jarosław Wagner

Dyrektor:

Warszawa, listopad 2016

SPIS TREŚCI

<i>SPIS ZAŁĄCZNIKÓW</i>	5
<i>WPROWADZENIE</i>	6
<i>Rozdział 1. LOKALIZACJA I CHARAKTERYSTYKA REJONU ZAMIERZONYCH ROBÓT</i>	9
1.1 Położenie administracyjne i geograficzne	9
1.2 Zagospodarowanie terenu	10
1.3. Identyfikacja obszarów i obiektów chronionych	10
1.4. Identyfikacja pomników przyrody	11
1.5. Identyfikacja zabytków	11
1.6. Identyfikacja warunków klimatycznych	12
<i>Rozdział 2. OMÓWIENIE WYNIKÓW PRZEPROWADZONYCH WCZEŚNIEJ ROBÓT GEOLOGICZNYCH</i>	13
2.1. Omówienie przeprowadzonych robót wiertniczych	13
2.2. Prace geologiczne	14
<i>Rozdział 3. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ I WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH W REJONIE ZAMIERZONYCH ROBÓT GEOLOGICZNYCH</i>	17
3.1 Stratygrafia	17
3.2 Tektonika	22
3.3. Warunki hydrogeologiczne	24
<i>Rozdział 4. ZAKRES PROJEKTOWANYCH ROBÓT</i>	29
4.1. Uzasadnienie lokalizacji i rodzaju zamierzonych robót	29
4.1.1. Lokalizacja otworu	29
4.1.2. Rodzaj zamierzonych robót	29
4.3.3. Ujęcie horyzontu wodonośnego w interwale 1394 - 1454	32
4.3.4. Zagłowiczenie otworu	33
4.4. Wymagania dotyczące zastosowanej płuczki wiertniczej	33
4.5. Informacje dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych	35
4.6. Zakres obserwacji i badań terenowych	36
4.7. Zakres projektowanych badań geofizycznych	37
4.8. Zakres badań laboratoryjnych	39
4.9. Przewidywana wydajność dopływu wód do otworu	41
4.10. Opis opróbowania otworu	42

4.10.1. Pompowanie oczyszczające przed zafiltrowaniem otworu	42
4.10.2. Pompowanie oczyszczające po zafiltrowaniu otworu	43
4.10.3. Pompowanie pomiarowe	44
4.11. Przewidywana jakość odpompowywanej wody	45
4.12. Sposób odprowadzania odpompowywanej wody	45
4.13. Zakres badań geodezyjnych	46
4.14. Sposób i termin likwidacji otworu wiertniczego	46
<i>Rozdział 5. OKREŚLENIE PRÓBEK GEOLOGICZNYCH, HARMONOGRAMU ZAMIERZONYCH ROBÓT ICH WPŁYWU NA ŚRODOWISKO ORAZ RODZAJU DOKUMENTACJI</i>	47
5.1. Określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu organowi administracji geologicznej	47
5.2. Określenie harmonogramu zamierzonych robót geologicznych, w tym terminów ich rozpoczęcia i zakończenia	48
5.3. Wpływ zamierzonych robót geologicznych na obszary chronione, w tym obszary Natura 2000	49
5.4. Przedsięwzięcia konieczne ze względu na ochronę środowiska	50
5.5. Określenie rodzaju dokumentacji geologicznej mającej powstać w wyniku robót geologicznych	54
WNIOSKI I ZALECENIA	56

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- Załącznik 1. Mapa topograficzna z lokalizacją terenu projektowanych robót geologicznych w skali 1:100 000
- Załącznik 2. Mapa topograficzna z lokalizacją terenu projektowanych robót geologicznych w skali 1:5 000
- Załącznik 3. Mapa sytuacyjno-wysokościowa z lokalizacją otworu Sieradz GT-1 w skali 1:1 000
- Załącznik 4. Mapa Geośrodowiskowa Polski arkusz Sieradz z naniesionym otworem Sieradz GT-1 w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami
- Załącznik 5. Mapa obszarów chronionych w rejonie projektowanych robót geologicznych w skali 1:200 000
- Załącznik 6. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski arkusz Sieradz naniesionym otworem Sieradz GT-1 w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami
- Załącznik 7. Mapa Hydrogeologiczna Polski arkusz Sieradz z naniesionym otworem Sieradz GT-1 w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami
- Załącznik 8. Przekrój geologiczny między otworami archiwalnymi Sieradz-1 – Lutomiersk-3
- Załącznik 9. Projekt geologiczno - techniczny otworu Sieradz GT-1

WPROWADZENIE

Projekt robót geologicznych dla rozpoznania i udokumentowania wód termalnych z utworów dolnojurajskich w Sieradzu opracowano w Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL S.A. w Warszawie na zlecenie Gminy Miasto Sieradz.

Planowana lokalizacja otworu badawczo-eksploatacyjnego Sieradz GT-1 znajduje się w Sieradzu, na działce nr 462/2, obręb 24 będącej własnością Gminy Miasto Sieradz (załącznik 1,2,3).

Celem projektowanego otworu Sieradz GT-1 jest rozpoznanie występowania i wykształcenia utworów wodonośnych, określenie parametrów hydrogeologicznych, perspektywicznych horyzontów wodonośnych oraz mineralizacji, wydajności i temperatury wód w utworach jury dolnej. W projekcie oparto się na analizie profili i wyników opróbowania następujących wierceń: Zduńska Wola-1, Sieradz-1, Lutomiersk-3, Kalisz IG-1.

Projekt przewiduje odwiercenie pionowego otworu Sieradz GT-1 do głębokości 1475 m (+/- 10%).

W projekcie założono odwiercenie otworu do jury dolnej i zarurowanie otworu rurami $\varnothing 9\frac{5}{8}$ " do głębokości 1390 m. Po zarurowaniu rurami o średnicy $9\frac{5}{8}$ " nastąpi odwiercenie otworu do głębokości 1475 m wraz z pobraniem około 35 m rdzenia wiertniczego w wybranym interwale, wykonanie badań hydrogeologicznych w utworach jury dolnej oraz zamontowanie filtra typu prętowo-rurowego Johnson o średnicy $6\frac{5}{8}$ " w horyzoncie wodonośnym.

W ramach projektowanych prac na podstawie przeanalizowanych materiałów archiwalnych i wyników uzyskanych z wykonanych otworów geotermalnych zakłada się uzyskanie otworu badawczo-eksploatacyjnego o parametrach:

- wydajność około 100-150 m³ wody złożowej, o temperaturze 60-65°C, mineralizacji 120 g/dm³.

W przypadku uzyskania małej wydajności wód w wybranym horyzoncie do przyszłej eksploatacji, zakłada się wykonanie zabiegów intensyfikacyjnych w celu oczyszczenia strefy złożowej i zwiększenia wydajności z otworu eksploatacyjnego (zabieg kwasowania).

Przedmiotowy projekt robót geologicznych opracowany został na podstawie następujących obowiązujących przepisów:

- ustawy z dnia 9 lutego 2015 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2015 nr 0 poz. 196),
- ustawy z dnia 9 lutego 2016 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. 2016 poz. 353),
- ustawy o ochronie przyrody z dn.21.09.2015 r. (Dz. U. 2015 poz. 1651),
- rozporządzenia 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 późn. zm.),
- rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. Nr 282, poz. 1657 z późn. zm.),
- rozporządzenia Ministra Środowiska z dn. 15 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych (Dz. U. z 2011 r. Nr 282, Poz. 1656 z późn. zm.),
- rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 8 maja 2014 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2014 poz. 596 z późn. zm.),
- rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 21 listopada 2015 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2016 poz. 71),
- rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w zakładach górniczych wydobywających

kopaliny otworami wiertniczymi (Dz. U. z 2002 r. Nr 109, Poz. 961 z późn. zm.),

- rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2014 poz. 1923 z późn. zm.).
- rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz.U. 2015 poz. 903).

Opracowany projekt robót geologicznych podlega zatwierdzeniu przez właściwy organ administracji geologicznej. Zgodnie z art. 161 ust. 1 ustawy Prawo geologiczne i górnicze - organem właściwym jest Marszałek Województwa Łódzkiego.

Rozdział 1.

LOKALIZACJA I CHARAKTERYSTYKA REJONU ZAMIERZONYCH ROBÓT

1.1 Położenie administracyjne i geograficzne

Administracyjnie projektowany otwór geotermalny Sieradz GT-1 zlokalizowany jest w mieście Sieradz (załącznik 1).

Zgodnie z trójstopniowym podziałem terytorium państwa projektowany otwór znajduje się w:

- województwo – łódzkie,
- powiat – sieradzki
- gmina – Sieradz
- .– miejscowość – Sieradz

Miasto Sieradz jest siedzibą Starostwa Powiatu Sieradzkiego, Urzędu Gminy Sieradz i Urzędu Gminy Miasto Sieradz.

Sieradz położony jest nad rzeką Wartą, zajmuje pow. 51 km² i zamieszkanym jest przez ok. 44 tys osób. Położenie miasta w centralnej Polsce, w odległości ok. 200 km na zachód od Warszawy, 60 km od Łodzi, ok. 140 km na północny-wschód od Wrocławia i ok. 170 km od Poznania, stwarza dogodne połączenia komunikacyjne krajowe i zagraniczne z zachodu na wschód i z południa na północ. Przez miasto przebiegają: droga krajowa nr 14 relacji Łódź-Wrocław, droga krajowa nr 12 w kierunku na Kalisz i Poznań, droga krajowa nr 83 w kierunku na Turek oraz linia kolejowa wschód-zachód (Warszawa – Łódź – Sieradz – Ostrów Wlkp. – Poznań – Wrocław).

1.2 Zagospodarowanie terenu

Teren przeznaczony pod przyszłą eksploatację, położony jest na działce o nr ewidencyjnym 462/2, obręb 24 i jest własnością Gminy Miasto Sieradz.

Na przedmiotowych działkach znajdują się nieużytki i zarośla. Działki zlokalizowane są w sąsiedztwie ciepłowni miejskiej w Sieradzu, na zachodnich obrzeżach miasta. W celu właściwego zabezpieczenia placu budowy, konieczne jest zabezpieczenie terenu o powierzchni około 1 ha (zaplecze budowy, maszyny, wiertnica, zbiornik na solankę) (załącznik 3).

W okolicy planowanych prac znajduje się m. in. Cmentarz Żydowski (ok. 800 m na NW), stacja kolejowa Sieradz (ok. 1200 m na E) oraz Szpital Powiatowy w Sieradzu (ok. 2000 m na SE).

Położenie planowanego otworu Sieradz GT-1 zostało przedstawione na mapie topograficznej, która stanowi załącznik 2 oraz na mapie sytuacyjno-wysokościowej, która stanowi załącznik 3 do niniejszego projektu.

Mapa Geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000 arkusz Sieradz wraz z naniesionym otworem Sieradz GT-1 przedstawiająca zagospodarowanie terenu stanowi załącznik 4.

1.3. Identyfikacja obszarów i obiektów chronionych

Parki narodowe

Forma wielkoobszarowej ochrony przyrody, w założeniu obejmująca obszary o największej randze przyrodniczej o znaczeniu krajowym i międzynarodowym, nie występuje w miejscu planowanej inwestycji.

Parki krajobrazowe

Na terenie planowanych robót geologicznych nie ma żadnych parków krajobrazowych. Najbliższy park krajobrazowy – Park Krajobrazowy Międzyrzecza Warty i Widawki znajduje się w odległości ok. 8 km od otworu Sieradz GT-1.

Rezerwaty

Na terenie realizacji planowanych robót geologicznych nie ma żadnych rezerwatów. Najbliższy rezerwat przyrody – Półboru znajduje się w odległości ok. 8 km od otworu Sieradz GT-1:

Obszary chronionego krajobrazu

Na terenie planowanych robót geologicznych nie ma obszarów chronionego krajobrazu. Najbliższym w stosunku do lokalizacji otworu Sieradz GT-1 obszarem chronionego krajobrazu jest Obszar Chronionego Krajobrazu Nadwarciański oddalony o około 2,2 km.

Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe

Na terenie planowanych robót geologicznych nie ma zespołów przyrodniczo-krajobrazowych.

Obszary Natura 2000

Najbliższy ustanowiony obszary Natura 2000 znajduje się w odległości ok. 4 kilometrów od analizowanego terenu. Jest to obszar specjalnej ochrony ptaków Zbiornik Jeziorsko PLB100002.

Mapę obszarów chronionych w okolicach miejsca planowanych prac przedstawia załącznik 5.

1.4. Identyfikacja pomników przyrody

W rejonie projektowanych robót nie znajdują się pomniki przyrody. Najbliższe pomniki przyrody, reprezentowane przez pojedyncze drzewa, zlokalizowane są w centrum Sieradza około 2,5 km na wschód od projektowanego otworu.

1.5. Identyfikacja zabytków

Na terenie Sieradza występują następujące obiekty zabytkowe:

- tzw. Dom Kata przy ul. Ogrodowej,
- budynek u zbiegu ul. Dominikańskiej i Zamkowej,

- Podominikański Zespół Kościelno - Klasztorny z XIII w.,
- Kolegiata pw. Wszystkich Świętych,
- Wzgórze Zamkowe,
- staromiejski Rynek,
- Sieradzki Park Etnograficzny,
- budynek Teatru Miejskiego,
- oficyna dworska, tzw. "Dworek Modrzewiowy",
- drewniany kościół pw. św. Ducha,
- kościół pw. św. Wojciecha,
- synagoga z lat 1819–1824,
- zabytkowe kamienice przy ul. Dominikańskiej, Warszawskiej i Kolegiackiej,
- garnizonowy Kościół Chrystusa Odkupiciela i Najświętszego Imienia Maryi z lat 1889–1897,
- cmentarz żydowski,
- neoklasycyzyzm gmach I Liceum Ogólnokształcącego im. Kazimierza Jagiellończyka z lat 20. XX w.

Żaden z wymienionych zabytków nie znajduje się w bezpośredniej strefie prowadzonych robót wiertniczych.

1.6. Identyfikacja warunków klimatycznych

Warunki klimatyczne Sieradza są typowe dla środkowej Polski, które cechuje duża zmienność pogody oraz zróżnicowane warunki meteorologiczne w poszczególnych latach. Średnia temperatura roczna wynosi około 7,8° C, przeważają wiatry zachodnie oraz północno- i południowo-zachodnie. Wartości opadów rocznych średnio to ok. 600mm, z największymi opadami w lipcu i najmniejszymi zimą. Średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną przekracza 60. Okres grzewczy trwa z reguły od początków października do końca kwietnia, przy czym długotrwałe i silne mrozy występują sporadycznie. Ogrzewanie obiektów poprzez spalanie węgla poza komunikacją samochodową, jest najważniejszą przyczyną emisji zanieczyszczenia powietrza. Okres wegetacyjny jest dość długi i trwa około 210 dni.

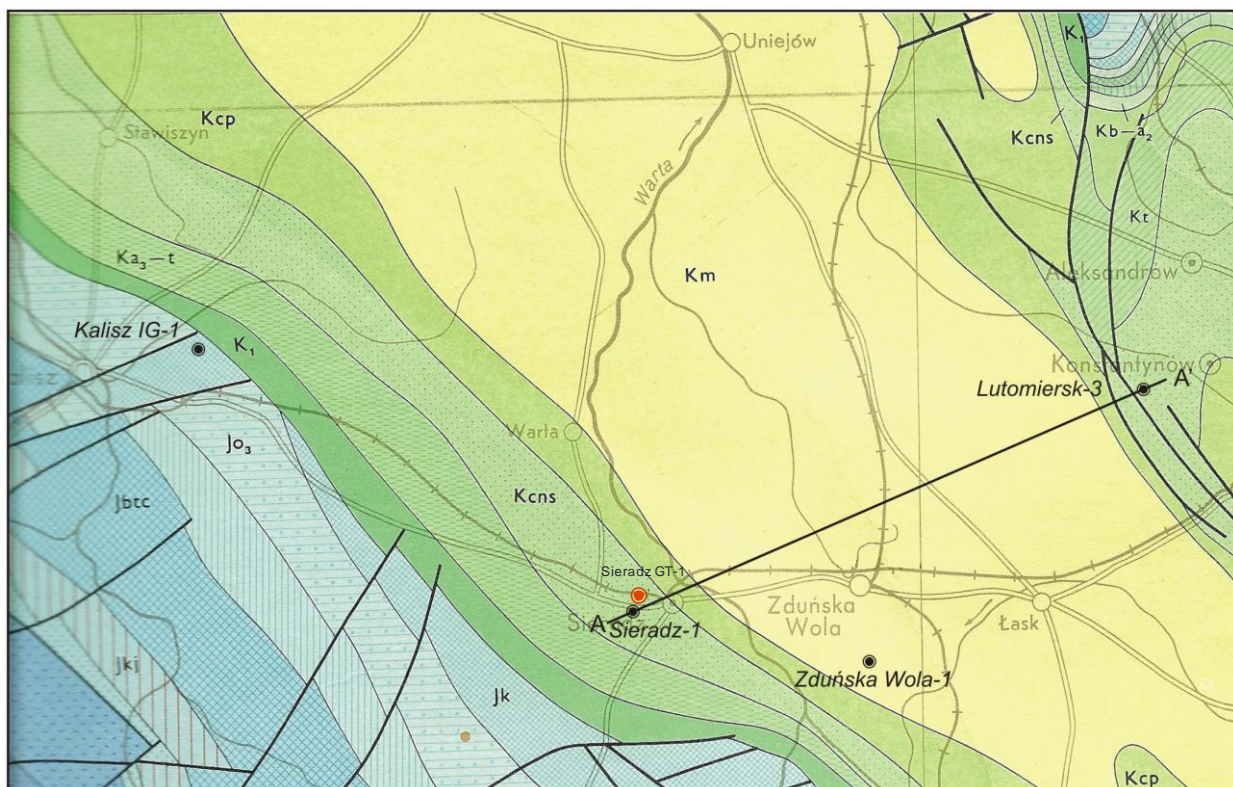
Rozdział 2.

OMÓWIENIE WYNIKÓW PRZEPROWADZONYCH WCZEŚNIEJ ROBÓT GEOLOGICZNYCH

2.1. Omówienie przeprowadzonych robót wiertniczych

W rejonie projektowanych prac odwiercono kilka głębokich otworów (rys. 2.1.), w których stwierdzono występowanie wód termalnych. Były to otwory wykonywane głównie w celu poszukiwania i rozpoznawania złóż węglowodorów. W sąsiedztwie Sieradza odwiercono:

- na południe: otwór Sieradz-1
- na północny zachód: otwór Kalisz IG-1
- na wschód: otwór Zduńska Wola-1
- na północny wschód: otwór Lutomiersk-3



Rys. 2.1. Lokalizacja otworów archiwalnych oraz otworu projektowanego Sieradz GT-1

2.2. Prace geologiczne

Źródłem wiedzy na temat warunków występowania wód termalnych są dane geologiczne pochodzące głównie z głębokich otworów wiertniczych wykonanych wcześniej w rejonie projektowanych prac jak również wyniki powierzchniowych geofizycznych metod pomiarowych – w tym przede wszystkim wyniki badań metodą sejsmiki refleksyjnej.

W analizie uwzględniono następujące otwory: otwór Sieradz-1, który miał za zadanie przebadanie utworów mezozoiku oraz ich miąższości, rozwoju litologiczno-facjalnego i własności kolektorskich, otwór Lutomiersk-3, który miał za zadanie wstępnie rozpoznać budowę geologiczną centralnej części Niecki Łódzkiej, a także otwór Kalisz IG-1 wykonany w celu rozpoznania rozwoju litologiczno-facjalnego i stratygrafii utworów podłoża permu i mezozoiku oraz określenia warunków zbiornikowych skał poziomów perspektywicznych i ustalenia kierunków dalszych poszukiwań węglowodorów.

Wyniki opróbowania utworów liasu w otworach archiwalnych (rys.2.1) przedstawiają się następująco:

Otwór Zduńska Wola-1

- ❖ głębokość: 1397,0-1538,0 m
- ❖ miąższość: 140 m
- ❖ badania laboratoryjne: nie wykonano badań określających porowatość i przepuszczalność
- ❖ horyzontu nie opróbowano

Otwór Sieradz-1

- ❖ głębokość: 1319,0-1504,0 m
- ❖ miąższość: 185 m
- ❖ badania laboratoryjne: z piaszczysto ilastej serii osadów liasu przebadano 6 próbek z głębokości 1321,1-1500,8 m. Próbki charakteryzowały się znaczą porowatością, zawierającą się w granicach 16,72 –27,39%, średnio 22,65%. Przepuszczalność określona dla 3 próbek była wysoka i wyniosła od 60,2 -1585,2 mD.
- ❖ horyzontu nie opróbowano

Otwór Lutomiersk-3

- ❖ głębokość: 2435,0-2506,2 m
- ❖ miąższość: 70 m
- ❖ badania laboratoryjne: w próbkach liasu z głębokości 2437,5-2506,2 m stwierdzono porowatość rzędu 8,10 –14,50%. Przepuszczalność wynosiła 230,9 mD.
- ❖ horyzontu nie opróbowano

Otwór Kalisz IG-1

- ❖ głębokość: 848,5-1295,0 m
- ❖ miąższość: 446 m
- ❖ badania laboratoryjne: porowatość 12-13%.
- ❖ horyzont opróbowany 1185 – 1205 m; poziom opróbowano po zakończeniu wiercenia metodą tradycyjną przy użyciu kompresora i łyżki wiertniczej. Poziom hydrostatyczny w otworze Kalisz IG-1 ustalił się na rzędnej 126 m n.p.m. na głębokości 3,7 m p.p.t.. Wydajności w otworze 5,8 m³/h, przy depresji 3,1 m. Uzyskano przyływ wody słabozmineralizowanej.

Tab.1. Zestawienie danych z badań hydrogeologicznych jury dolnej w otworach wiertniczych

Nazwa otworu	Głębokość stropu	Głębokość spągu	Miąższość	Litologia	Poziom hydrostatyczny m p.p.t.	Wydajność m ³ /h	Depresja m	Mineralizacja g/l	Uwagi
Kalisz IG-1	848,5	1295,0	446,5	piaskowce, iłowce	3,7	5,8	3,1	Woda słabozmineralizowana	Łyżka wiertnicza
Lutomiersk-3	2435,0	2506,2	71,2	piaskowce, iłowce	Brak pomiarów	Brak pomiarów	Brak pomiarów	Brak pomiarów	-
Sieradz-1	1288,0	1493,0	185,0	piaskowce, iłowce, mułowce	Brak pomiarów	Brak pomiarów	Brak pomiarów	Brak pomiarów	-
Zduńska Wola-1	1397,0	1538,0	141	piaskowce, iłowce	Brak pomiarów	Brak pomiarów	Brak pomiarów	Brak pomiarów	-

Rozdział 3.

OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

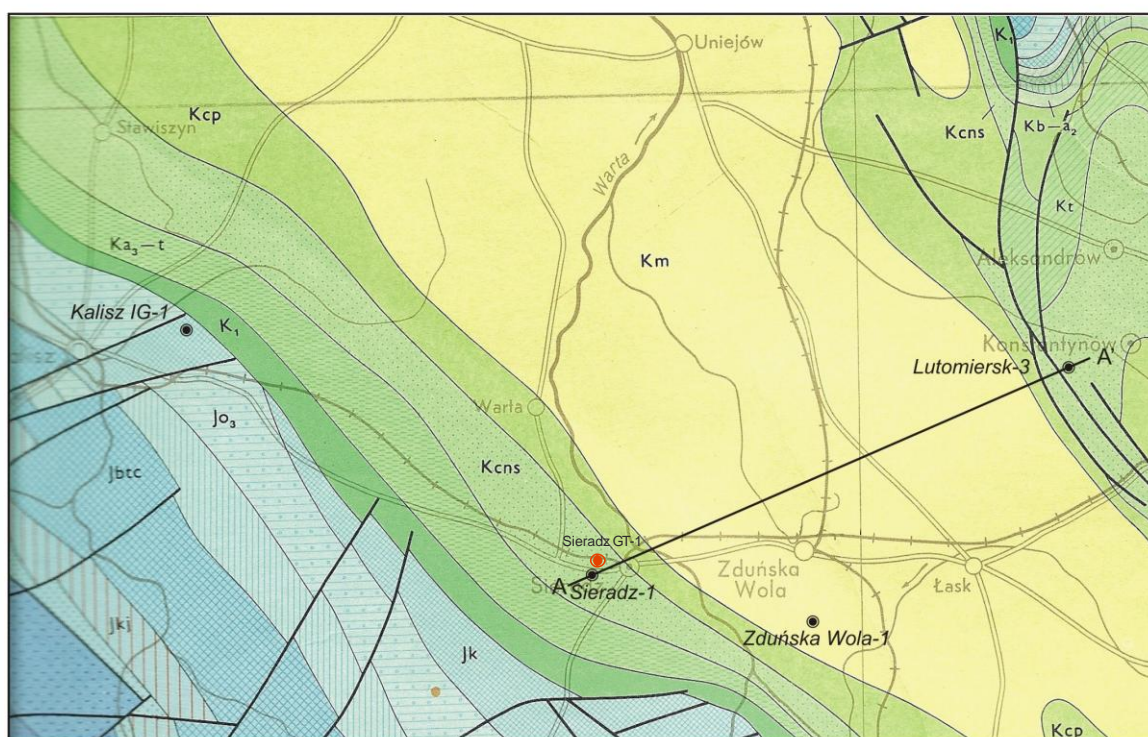
I WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH

W REJONIE ZAMIERZONYCH ROBÓT GEOLOGICZNYCH

3.1 Stratygrafia

Obszar miasta Sieradz leży na zachodnim skrzydle strukturze synklinalnej, zwanej niecką łódzką o rozciągłości NW-SE, która jest częścią synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskiego (rys. 3.1). Niecka łódzka jest niesymetryczną synkliną. W obrębie północno-zachodniego skrzydła wyróżnia się szereg struktur drugiego rzędu, takich jak: antykliny, synkliny i wysady solne, powstałe nie w wyniku ruchów orogেনetycznych, lecz dzięki procesom halokinezy, która zaznacza się w utworach od triasu dolnego po jurę górną. Południowo-wschodnie skrzydło charakteryzuje się prostszą budową geologiczną, a w kierunku południowym warstwy zapadają monoklinalnie.

Budowę geologiczną omawianego rejonu opracowano na podstawie wykonanych badań sejsmicznych i otworów wiertniczych.



Rys. 3.1. Mapa geologiczna bez utworów kenozoiku w skali 1:500 000 (Osika R, Pożaryski W, Rühle E, Znosko J, 1972)

PERM

Perm górny

Na terenie projektowanego otworu Sieradz GT-1 perm górny wykształcony jest w formie ciemnoczerwonych łupków z okruchami i oczkami białoróżowego gipsu należących do terygeniczej serii stropowej cechsztynu oraz soli kamiennej, wiśniowej i łupków ciemnoczerwonych z oczkami gipsu, należących do anhydrytu granicznego i soli kamiennej najmłodszej Na4a.

TRIAS

Trias dolny – pstry piaskowiec

Dolny i środkowy pstry piaskowiec tworzą głównie piaskowce, iłowce, mułowce z wkładkami wapieni. Górny pstry piaskowiec – ret – to głównie iłowce, anhydryty oraz piaskowce.

Utwory pstrego piaskowca osiągają miąższość do 800 m.

Trias środkowy – wapień muszlowy

W dolnym wapieniu muszlowym dominującymi utworami są ciemne, bulaste, drobnoziarniste wapień, zawierające ilaste przewarstwienia w masie skalnej. Przewarstwienia te stanowią głównie zwężłe mułowce i iłowce. W stropowej części dolnego wapienia muszlowego można oczekiwać kilkumetrowego kompleksu wapieni piankowych (oolitowych), o wtórnej porowatości powstałej przez rozpuszczenie oolidów.

Środkowy wapień muszlowy budują głównie dolomity i siarczany, głównie anhydryty. Podrzędnie występują zwężłe drobnokrystaliczne wapień dolomityczne.

Górny wapień muszlowy posiada litologię podobną do dolnego wapienia muszlowego. Występują głównie drobnoziarniste wapień, wapień dolomityczne z przewarstwieniami ilastymi.

Zmienność litologiczna w profilu wapienia muszlowego może być częstsza w najniższej części dolnego wapienia muszlowego i ewentualnie w dolnej części górnego wapienia muszlowego. W pozostałych interwałach utwory wapienia muszlowego cechuje znaczna jednolitość facjalna. Domieszki niewęglanowe to głównie przewarstwienia ilaste w obrębie wapieni ilastych. W stropowej części górnego wapienia

muszlowego należy oczekiwać pojawienia się wkładek mułowców i drobnoziarnistych piaskowców, które dominują już w nadległych utworach dolnego kajpru.

Mięższność utworów wapienia muszlowego może dochodzić do 350 m.

Trias górny – kajper

Dolny kajper zbudowany jest głównie z mułowców z wkładkami dolomitów i anhydrytów (poziom ilowęglowy).

Górny kajper w spągowej części zbudowany jest głównie z ilowców z wkładkami piaskowców (dolna seria gipsowa). Środkowa część to piaskowiec trzcinowy zbudowany z piaskowców i mułowców. W górnej części występują głównie utwory ilaste, pstre, z rzadkimi gniazdami gipsu i anhydrytu (seria gipsowa górna).

Mięższność utworów kajpru może dochodzić do 360 m.

Mięższność triasu w rejonie Sieradza wynosi około 1500 m

JURA

Jura dolna – lias

W rejonie Sieradza jura dolna wykształcona jest w postaci mułowców i ilowców ciemnoszarych z przewarstwieniami jasnoszarych piaskowców drobnoziarnistych o spoiwie ilastym i wysokiej porowatości wieku hetang – plienschbach, należące do formacji ciechocińskiej.

Warstwy bogucickie - toark górny wykształcony podobnie do warstw ciechocińskich w postaci ciemnoszarych mułowców i ilowców, ze sferosyderytami w których występują warstwy drobnoziarnistych, jasnoszarych, piaskowców z miką.

W wielu profilach obserwuje się znaczne wyklinowanie bądź redukcję dolnych kompleksów liasu, zbudowanych z naprzemianległych pakietów ilasto-mułowcowych i piaskowcowych, w związku z czym w rejonie Sieradza nie zaobserwowano zredukowanych warstw sławęcińskich.

Mięższność utworów liasu w rejonie Sieradza wynosi do 210 m.

Jura środkowa – dogger

Utwory doggeru wykształcone są w postaci piaskowców jasnoszarych i mułowców ciemnoszarych i ciemnobrunatnych z wkładkami iłowców oraz piaskowce szamoytowe zielonkawoszare.

Mięszość utworów doggeru wynosi około 235 m.

Jura górna – malm

Są to głównie ciemnoszare margle i jasnoszare wapienie. Głębiej przechodzą one w margle ciemnoszare, często o odcieniu zielonkawym i jasnoszare wapienie pelitowe z okruchami krzemieni oraz wapienie detrytowo-oolitowe zawierające rozkruszony detrytus koralowców, ramienionogów, małżów. Strop jury górnej tworzą piaskowce kwarcowe gruboziarniste i różnoziarniste..

Mięszość utworów jury górnej wynosi około 710 m.

Mięszość jury wynosi około 1031 m

KREDA

Kreda dolna

W rejonie Sieradza kreda dolna wykształcona jest w postaci żwirków kwarcowych wieku albskiego. Mięszość sięgające ok. 5 m.

Kreda górna

Tworzą ją utwory santonu, koniak, turonu oraz cenomanu, wykształcone głównie w postaci jasnoszarych margli, często o odcieniu zielonkawym oraz białawych wapieni.

Mięszość kredy wynosi około 330 m

NEOGEN I PALEOGEN

Mięszość neogenu i paleogenu wynosi około 10 m. Wykształcenie w postaci węgla brunatnych i lignitu.

CZWARTORZĘD

Mięszość osadów czwartorzędowych wynosi ok. 40 m. Są to piaski, lessy, gliny, ropy.

3.2 Tektonika

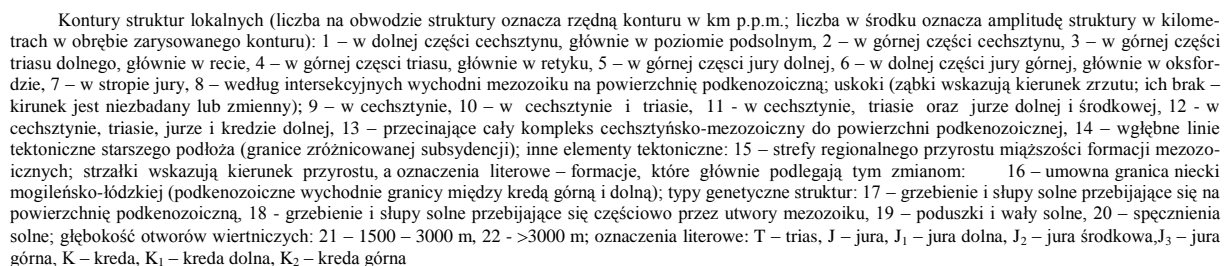
Miasto Sieradz i otaczające je rejony, leżą na obszarze niecki mogileńsko-łódzkiej, która wchodzi w skład dużej jednostki tektonicznej zwanej synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskim. Od północnego wschodu graniczy z wałem kujawskim, od południowego zachodu z monokliną przedsudecką. Granicę między omawianą jednostką a wałem kujawskim i monokliną przedsudecką prowadzi się wzdłuż wychodni dolnokredowych na powierzchni podkenozoicznej. Przedłużeniem jednostki w kierunku południowym jest niecka nidziańska, oddzielona tektonicznym pasem wypiętrzeń określonym jako rygiel radomszczański. W kierunku północno-zachodnim niecka mogileńsko-łódzka poprzez elewację Obornik przechodzi w nieckę szczecińską.

Omawiany teren położony jest w obrębie niecki mogileńsko-łódzkiej, która ukształtowała się w obrębie osadów permo-mezozoiku (rys 3.2).

Jest ona wypełniona permsko-mezozoicznym kompleksem skalnym, który budują skały osadowe o miąższości rzędu 400-5000 m. Kompleks ten w swym ogólnym zarysie nawiązuje do planu strukturalnego kompleksu paleozoicznego.

Na przełomie kredy górnej i trzeciorzędu, strefa Teisseyre'a-Tornquista charakteryzowała się subsydencją, której tempo było silnie zróżnicowane w różnych epokach geologicznych. W efekcie, w obrębie megakompleksu permsko-mezozoicznego można wyróżnić strefy różniące się pod względem litologiczno-facjalnym. W efekcie ruchów laramijskich na przełomie kredy górnej i dolnego trzeciorzędu nastąpiła inwersja struktury, w wyniku której, jej najgłębsze partie zostały wypiętrzone i utworzone zostało antyklinorium znane pod nazwą wał kujawsko-pomorski lub wał środkowopolski. Na północnym skrzydle omawianej struktury utworzyła się niecka brzeźna a na południowo-zachodnim – niecka szczecińsko-łódzko-miechowska, w obrębie, której wyróżnia się mniejszą jednostkę zwaną niecką mogileńsko-łódzką.

Osady tworzące nieckę mogileńsko-łódzką są pochodzenia morskiego. W zależności od głębokości morza w poszczególnych epokach geologicznych, ich litologia jest wyraźnie zróżnicowana. Osady płytkomorskie to piaski i piaskowce o różnym stopniu zwięzłości oraz ily, iłołupki, mułowce itp. Z kolei skały takie jak wapienie



Rys. 3.2 Mapa strukturalno - tektoniczna (Marek S., 1977)

3.3. Warunki hydrogeologiczne

Według Mapy obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych w Polsce miasto Sieradz znajduje na terenie górnokredowego zbiornika wód podziemnych nr 312 Sieradz. Na terenie miasta występują 3 podstawowe poziomy wodonośne: czwartorzędowe (I i II) oraz górnokredowy. Poziomy wodonośne czwartorzędowe są płytkie (do głębokości kilkunastu metrów). Ujmowane są przez studnie kopane. Wody tego poziomu powiązane są z rzeźbą terenu, budową geologiczną oraz przepuszczalnością utworów.

Głównym poziomem użytkowym, eksploatowanym przez ujęcia komunalne jest poziom górnokredowy. Woda występuje w szczelinach piaskowców i margli lub wapieni marglistych. Strop utworów kredowych znajduje się na głębokości ok. 50 m p.p.t.

Niskimi parametrami złożowymi charakteryzują się poziomy wodonośne permu i triasu. Z przeprowadzonej analizy materiałów archiwalnych wynika, że najbardziej predysponowany do praktycznego wykorzystania wód termalnych w rejonie miasta Sieradz jest piaskowcowy poziom dolnej jury.

Zbiornik dolnojurański – liasowy w rejonie Sieradza występuje w interwale 1225,0 – 1495,0 m. Charakteryzuje się najlepszymi właściwościami zbiornikowymi. Posiada największe zasoby wód termalnych spośród wszystkich perspektywicznych ogniw stratygraficznych.

Zbiornik dolnojurański zbudowany jest głównie z piaskowców o bardzo wysokiej porowatości od 16% do 27% i bardzo wysokiej przepuszczalności dochodzącej do 1500 mD. Miąższość piaskowców zbiornikowych wynosi ok. 60 m, spodziewana temperatura wody termalnej powinna wynosić ok. 60-65°C.

Zwierciadło statyczne powinno stabilizować się na głębokości około 65 m p.p.t. Mineralizacja wód dolnojurańskich powinna wynosić około 120 g/l. Są to wody chlorowo-sodowe, jodkowe. Spodziewana wydajność z piaskowców jury dolnej z jednego otworu geotermalnego może wynosić 100 - 150 m³/h.

Tab.2. Przewidywane parametry utworów jury dolnej

Parametr	Wartość
Głębokość zalegania warstwy wodonośnej:	1390 – 1455 m
Mięższość warstwy wodonośnej:	ok. 65 m
Porowatość efektywna skał:	$\geq 20\%$
Mineralizacja ogólna	120 g/l
Zwierciadło statyczne wody	ok. 65 m p.p.t.
Temperatura wody w złożu:	60-65 °C
Wydajność eksploatacyjna	100 - 150m ³ /h

Po przeanalizowaniu horyzontów związanych z udokumentowaniem wód termalnych i uzyskanych efektów z poszczególnych wytypowanych horyzontów wodonośnych, preferowanym horyzontem do ujęcia wód termalnych jest horyzont piaskowcowy jury dolnej. Jest to horyzont rokujący największe możliwości uzyskania zakładanych parametrów złożowych.

3.4 Przewidywany profil stratygraficzno-litologiczny otworu

Profil geologiczny określono głównie na podstawie otworu złożowego za węglowodorami Sieradz-1, odwierconego w odległości ok. 2 km na zachód od Sieradza w miejscowości Zapusta Mała, gmina Charlupia. Otwór ten znajduje się około 700 m na południe od projektowanego otworu Sieradz GT-1.

Przybliżony profil geologiczny projektowanego otworu:

CZWARTORZĘD	0 - 40 m piaski, lessy, gliny, ropy
PALEOGEN, NEOGEN	40 - 50 m węgle brunatne, lignit
KREDA	50 - 380 m
Kreda górna	50 - 375 m

	margle, wapienie, żwirki kwarcowe
Kreda dolna	375 - 380 m
	piaski kwarcowo-glaukonitowe
JURA	380 - 1495 m
Jura górna	380 - 1090 m
	piaski różnoziarniste, piaski gruboziarniste, margle jasnoszare
	wapienie jasnoszare, iłowce ciemnoszare z okrucami kwarcu
	margle zielonkawoszare, ciemnoszare
	wapienie jasnoszare, kremowe
Jura środkowa	1090 - 1285 m
	kelowej 1090 - 1100
	mułowce, piaskowce zielonkawoszare
	baton 1100 - 1150
	mułowce brunatne, piaskowce jasnoszare, piaskowce szamozytowe zielonkawoszare
	bajos 1150 – 1285
	mułowce, piaskowce jasnoszare, piaskowce zielonkawoszare, iłowce,
Jura dolna	1285 - 1495 m
	toark 1285 - 1375
	mułowce, iłowce ciemnoszare z laminami piaskowców drobnoziarnistych jasnoszarych
	piaskowce mikowe drobnoziarniste

mułowce iłowce ciemnoszare, piaskowce jasnoszare, drobnoziarniste

plienbach – hetang 1375-1495

mułowce i iłowce ciemnoszare

piaskowce jasnoszare, iłowce ciemnoszare z wkładkami piaskowców jasnoszarych

piaskowce jasnoszare

mułowce, iłowce ciemnoszare

TRIAS

1495 m -

Trias górny

1495 m -

noryk 1495 -

mułowce, iłowce



Rys. 3.3 Przewidywany profil geologiczny otworu geotermalnego Sieradz GT-1.

Rozdział 4.

ZAKRES PROJEKTOWANYCH ROBÓT

4.1. Uzasadnienie lokalizacji i rodzaju zamierzonych robót

4.1.1. Lokalizacja otworu

W ramach niniejszego projektu, sporządzonego dla rozpoznania możliwości eksploatacji wód termalnych założono odwiercenie otworu Sieradz GT-1 do głębokości 1475 m p.p.t.

Planowane przedsięwzięcie będzie realizowane na działce o nr ewidencyjnym 462/2, obręb 24, będącej własnością Gminy Miasto Sieradz. Współrzędne geodezyjne projektowanego otworu w układzie 2000 przedstawiają się następująco:

$$X = 5\,718\,432,2981$$

$$Y = 6\,548\,434,0052$$

$$Z = 138,25 \text{ m n.p.m.}$$

Proponowana lokalizacja jest uwarunkowana wskazaniem przez Inwestora konkretnej działki, na której powinien zostać odwiercony otwór.

Ze względu na nieprzewidywalność warunków geologicznych autorzy projektu zakładają możliwość zmiany zakładanych długości rur i głębokości wiercenia w granicach $\pm 10\%$.

4.1.2. Rodzaj zamierzonych robót

Zakres projektowanych prac i badań w otworze Sieradz GT-1 obejmował będzie (załącznik 10):

Interwał: 0 – 60 m

- odwiercenie otworu średnicą \varnothing 559 mm,
- płuczka bentonitowa lub polimerowa,
- pobieranie prób okruchowych co 5 m,
- zarurowanie otworu rurami \varnothing 18⁵/₈” ze stali J-55 i zacementowanie ich do wierzchu,
- stójka na związanie cementu (24 godziny).

Interwał: 60 – 400 m

- odwiercenie otworu średnicą \varnothing 444 mm,
- płuczka bentonitowa lub polimerowa,
- pobieranie prób okruchowych co 5 m,
- wykonanie zestawu pomiarów geofizycznych (załącznik 10),
- zarurowanie otworu rurami \varnothing 13³/₈” ze stali N-80 i zacementowanie ich do wierzchu,
- stójka na związanie cementu (48 godzin).

Interwał: 400 – 1390 m

- odwiercenie otworu średnicą \varnothing 311 mm,
- płuczka bentonitowa lub polimerowa,
- pobieranie prób okruchowych, co 5 m,
- wykonanie pomiarów geofizycznych (załącznik 10),
- zarurowanie otworu rurami \varnothing 9⁵/₈” ze stali N-80 w interwale 300 - 1390 m p.p.t., ze 100 m zakładką z rurami \varnothing 13³/₈”, zacementowanie ich na całej długości.
- stójka na wiązanie cementu (72 godziny),

Interwał: 1390 – 1475 m

- odwiercenie otworu średnicą \varnothing 216 mm z pobraniem ok. 35 m rdzenia wiertniczego (w interwale 1390 – 1475 m p.p.t.),
- płuczka polimerowa,
- wykonanie badań geofizycznych (załącznik 10),

- poszerzenie otworu do średnicy \varnothing 311 mm w interwale (1392 – 1455 m p.p.t.),
- wymiana płuczki na wodę,
- wykonanie pompowania oczyszczającego pompą głębinową lub air-liftem, czas trwania pompowania około 5 godzin lub do uzyskania wody klarownej bez śladów zawiesiny,
- wykonanie badań geofizycznych (średnica otworu),
- zamontowanie filtra prętowo-rurowego typu Johnson \varnothing 127 mm (\varnothing 6⁵/₈”) - rura nadfiltrowa 30 m, część robocza 60 m, rura podfiltrowa 18 m, wykonane ze stali nierdzewnej.
- wykonanie obsypki żwirowej
- wykonanie pompowania oczyszczającego z bocznym płukaniem filtra
- wykonanie pompowania pomiarowego pompą głębinową lub air-liftem; czas trwania pompowania ok. 5 godzin, stabilizacja zwierciadła wody po zakończeniu pompowania, ciągły pomiar parametrów hydrogeologicznych w czasie pompowania i po jego zakończeniu.

Konstrukcja projektowanego otworu Sieradz GT-1

0-60,0	świder gryzowy \varnothing 559 mm
60-400,0	świder gryzowy \varnothing 444 mm
400,0-1390,0	świder gryzowy \varnothing 311 mm
1390,0-1475,0	świder gryzowy \varnothing 216 mm, koronka \varnothing 216 mm + poszerzacz \varnothing 311 mm w interwale 1392,0-1455,0

Zarzuwanie otworu

0,0- 60,0	rury ze stali N-80 \varnothing 473,0 (\varnothing 18 ⁵ / ₈ ”) mm
0,0- 400,0	rury ze stali N-80 \varnothing 339,7 (\varnothing 13 ³ / ₈ ”) mm
300,0-1390,0	rury ze stali N-80 \varnothing 244,5 (\varnothing 9 ⁵ / ₈ ”) mm
1364,0-1472,0	rury \varnothing 169 mm (\varnothing 6 ⁵ / ₈ ”) (filtr Johnsona); rura nadfiltrowa 1364-1394 m, część robocza 1394-1454 m, rura podfiltrowa 1454-1472 m, stal nierdzewna, 1472,0-1475,0 podsypka żwirowa.

Technologia wiercenia

Technologia wiercenia powinna być tak dobrana i prowadzona, aby zapewniała:

- wykonanie otworu o wymaganej konstrukcji zarurowania
- minimalne uszkodzenie strefy przyodwiertowej warstwy wodonośnej
- wymagany uzysk rdzenia przy przewiercaniu warstwy wodonośnej
- prawidłowe zacementowanie rur
- szybkie wykonanie zadania

Przy przewiercaniu strefy złożowej należy stosować płuczkę o c. wł. na granicy ciśnienia złożowego. Przy zapuszczaniu rur $\varnothing 9\frac{5}{8}$ " i filtra Jonsona, nie należy używać smarów, które w czasie eksploatacji mogłyby zanieczyścić strefę złożową.

4.3.3. Ujęcie horyzontu wodonośnego w interwale 1394 - 1454

Ujęcie wód termalnych z utworów jury dolnej - lias (interwał 1394 - 1454) będzie wymagało następujących zabiegów:

- wymiana płuczki na wodę złożową,
- pompowanie oczyszczające przed zapuszczeniem filtra,
- pomiary geofizyczne – pomiar średnicy otworu w interwale 1392 - 1455 m p.p.t.,
- zapuszczenie filtra rurowo-prętowego $\varnothing 6\frac{5}{8}$ " typu Johnson (30 m rury nadfiltrowej, 60 m części czynnej filtra i 18 m rury podfiltrowej), stal nierdzewna,
- kolumna filtrowa zostanie powieszona na wieszaku w rurach $\varnothing 9\frac{5}{8}$ ". Kolumna filtrowa powinna być odcięta od rur okładzinowych łącznikiem dielektrycznym. Kolumna filtrowa powinna posiadać sito bezpieczeństwa,
- po zafiltrowaniu otworu przewiduje się wykonanie obsypki żwirowej o granulacji 0,8 - 1,4. Obsypkę żwirową należy wykonywać z naturalnego, jednorodnego i sortowanego piasku lub żwiru kwarcowego, o ziarnach gładkich i możliwie okrągłych o zawartości przynajmniej 95% kwarcu,

- przestrzeń między pierścieniową pomiędzy kolumną filtrową i rurami okładzinowymi $\varnothing 9\frac{5}{8}$ " powinna być uszczelniona pakerem,
- po zafiltrowaniu otworu należy przeprowadzić przepłukanie boczne filtra i wykonać pompowanie oczyszczające po zafiltrowaniu,
- w przypadku niezadawalających przyływów wody termalnej w wybranym horyzoncie może zostać podjęta decyzja odnośnie wykonania prac intensyfikacyjnych mających na celu zwiększenie przyływu, np. poprzez wykonanie zabiegów kasowania (wanna kwasowa),
- pompowanie pomiarowe,
- badania geofizyczne – stan zafiltrowania otworu, sprawdzenie poprawności wykonania obsypki oraz profilowanie temperatury w otworze.

4.3.4. Zagłowiczenie otworu

Po zakończeniu wiercenia otworu Sieradz GT-1 i wykonaniu testów określających parametry eksploatacyjne otworu zostanie zamontowana głowica eksploatacyjna. Głowica eksploatacyjna powinna być wyposażona w zawór lub zasuwę odcinającą wypływ. Zarówno zasuwa lub zawór jaki i sama głowica powinny być wykonane ze stali kwasoodpornej. Wymagania odnośnie roboczego ciśnienia głowicowego wynoszą 2 MPa, temperatura robocza na głowicy około 65°C. Średnica przelotowa zasuw powinna wynosić 200 mm. Głowica powinna być tak skonstruowana, ażeby można było wykonywać pomiary geofizyczne i pomiary hydrodynamiczne wgłębne. Głowica zostanie dostarczona i zamontowana przez wykonawcę wierceń.

4.4. Wymagania dotyczące zastosowanej płuczki wiertniczej

Do wiercenia otworu Sieradz GT-1 w poszczególnych interwałach głębokościowych, zaleca się używanie odpowiednio dobranej płuczki wiertniczej. Płuczka powinna być dobrana do rzeczywiście napotkanych warunków geologicznych. Wstępnie określono następujące właściwości płuczki wiertniczej:

1. Interwał 0,0 – 1390,0 m p.p.t.:

– rodzaj płuczki	bentonitowa lub polimerowa
– gęstość (g/cm ³)	1,10 - 1,25
– lepkość plastyczna (mPa s)	20 - 50
– granica płynięcia (lb/100 ft ²)	15 - 30
– filtracja API (cm ³ / 30')	<15
– pH	8,5 - 10

2. Interwał 1390,0 – 1475,0 m p.p.t.:

– rodzaj płuczki	polimerowa
– gęstość (g/cm ³)	1,05 - 1,06
– lepkość plastyczna (mPa s)	15 - 25
– granica płynięcia (lb/100 ft ²)	15 - 25
– filtracja API (cm ³ / 30')	<6
– pH	8,5 - 10

Po zwierceniu korka cementowego w rurach $\varnothing 9\frac{5}{8}$ " płuczka bentonitowa zostanie całkowicie wymieniona na płuczkę polimerową.

Obieg płuczki powinien być wymuszany zespołem pomp o mocach i wydajnościach zapewniających uzyskanie optymalnych parametrów hydrauliki wiertniczej.

W celu uzyskiwania racjonalnego postępu wiercenia oraz ze względów ekologicznych, urządzenie wiertnicze musi być wyposażone w skuteczny system oczyszczania płuczki z urobku (koryta płuczkowe, sita wibracyjne, hydrocyklony, itp.).

W przypadku wystąpienia ucieczek płuczki podczas wiercenia należy zastosować odpowiednie metody likwidacji tych utrudnień, mając na uwadze ochronę zdolności chłonnych otworu. Metoda i technologia likwidacji katastrofalnych ucieczek płuczki powinna być opracowana po uwzględnieniu faktycznych danych z wiercenia oraz pomiarów otworowych.

Receptura płuczki, kontrola i korekta jej parametrów podczas wiercenia powinna być prowadzona przez specjalistyczne laboratorium.

Pomiary, kontrola i obsługa płuczki wiertniczej powinna odbywać się przez wykwalifikowany serwis płuczkowy przez 24h. Do tego celu Wykonawca prac wiertniczych powinien zainstalować na terenie wiertni polowe laboratorium płuczkowe. System oczyszczania płuczki ze zwiercin powinien być wyposażony m.in. w sita wibracyjne, wirówkę dekantacyjną, mud-cleaner z hydrocyklonami do prawidłowego odbioru fazy stałej. Koryta płuczkowe powinny być na bieżąco starannie oczyszczane z urobku w trakcie głębenia otworu. Zużyta płuczka, a także urobek pochodzący z wiercenia powinny być utylizowane zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa.

W trakcie przewiercania utworów wodonośnych należy stosować ciężar równoważny ciśnieniu złożowemu. Ewentualne zaniki bądź dopływy do otworu powinny być także automatycznie rejestrowane przez serwis mudloggingowy.

Przed przystąpieniem do zafiltrowania otworu płuczkę znajdującą się w otworze należy wymienić na wodę złożową.

4.5. Informacje dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych

Konstrukcja otworu wiertniczego Sieradz GT-1 została tak dobrana, aby zapewnić bezpieczeństwo prowadzonych robót oraz ochronę środowiska, a w szczególności ochronę wód podziemnych. Urządzenie wiertnicze zostanie wyposażone w prewenter, który zapobiegnie ewentualnemu samo wypływowi wody termalnej.

Technologia wierceń z zastosowaniem pełnego zabezpieczenia horyzontów wodonośnych poprzez rurowanie i cementowanie rur okładzinowych uniemożliwi kontakt wód podziemnych z różnych poziomów wodonośnych. Przy obecnej technologii wiercenia otworów nie przewiduje się zakłócenia reżimu wód podziemnych poszczególnych pięter wodonośnych.

Wszystkie horyzonty wodonośne, powinny być zamknięte przed zakończeniem wiercenia. Proces cementowania powinien być przeprowadzony w sposób uniemożliwiający przepływ płynów poza rurami do izolowanych horyzontów, zarówno po rozpoczęciu wiercenia jak i w długim okresie w trakcie wykorzystywania otworu do eksploatacji wód termalnych.

Czas potrzebny na związanie cementu po każdym zabiegu cementowania określono na 24 –72 godziny. W tym czasie nie powinno się w otworze Sieradz GT-1 wykonywać żadnych prac wiertniczych.

Cement użyty do cementowania wszystkich kolumn należy przed użyciem zbadać laboratoryjnie. Raport z analizy powinien zawierać dane (zgodnie z API): gęstość zaczynu, wytrzymałość strukturalną, czas początku wiązania, reologię, konsystencję, odstój dobowy, wytrzymałość kamienia cementowego.

4.6. Zakres obserwacji i badań terenowych

Pobór próbek okruchowych i rdzenia wiertniczego

W otworze Sieradz GT-1 wiercenie prowadzone będzie bezrdzeniowo do głębokości 1390 m. W interwale 1390 m – 1475 m zakłada się pobranie około 35 mb rdzenia wiertniczego. Uzysk rdzenia powinien wynosić min. 80%. Z interwałów bezrdzeniowych zakłada się pobieranie próbek okruchowych co 5 m.

Próby okruchowe powinny być brane z koryt płuczkowych, przed sitami płuczkowymi, zawsze z tego samego miejsca. Powinny być dokładnie wypłukane z płuczki i założone do skrzynek specjalnie do tego przeznaczonych. Rdzenie powinny być obmyte z płuczki i złożone do skrzynek. Skrzynki powinny być dokładnie opisane. Opisy powinny być czytelne i zabezpieczone przed uszkodzeniem. Po zakończeniu wiercenia, próby okruchowe i rdzenie powinny być przewiezione we wskazane miejsce przez zleceniodawcę.

Zakłada się rejestrację podstawowych parametrów geologicznych w czasie wiercenia przez polowe laboratorium geologiczne.

Obserwacje podczas głębiania otworu

Podczas pogłębiania otworu należy na bieżąco prowadzić obserwacje płynów, ubytki płuczki wiertniczej, objawy zgazowania (metan, siarkowodór lub inne gazy), dopływy wód złożowych. W celu opróbowania strefy złożowej jury dolnej planuje się wykonanie pompowań oczyszczających i pomiarowych.

Pobór prób wody i gazu

Podczas wiercenia otworu Sieradz GT-1 przewiduje się pobranie próbek gazu oraz próbek wody złożowej do badań laboratoryjnych.

Pod koniec pompowania pomiarowego należy pobrać próbę wody do badań fizykochemicznych, badań bakteriologicznych i na radioaktywność. Sposób pobierania i przechowywania prób powinien zabezpieczyć naturalną zawartość składu chemicznego w wodzie zgodnie z zasadami ujętymi w normie PN-ISO 5667-11:2004. Ilość pobieranej wody dla potrzeb pełnej analizy fizyko-chemicznej powinna wynosić około 3 dm³. Dla niektórych oznaczeń próbki należy pobierać oddzielnie a dla oznaczeń CO₂, H₂S należy zadbać, aby nie dopuścić do kontaktu wody z powietrzem. Należy również określić ilość rozpuszczonych gazów w wodzie i wykonać analizę ich składu.

4.7. Zakres projektowanych badań geofizycznych

Podczas wiercenia otworu Sieradz GT-1 przewiduje się wykonanie badań geofizycznych, które mają na celu między innymi:

- określenie profilu litologiczno - stratygraficznego otworu,
- wyznaczenie miąższości efektywnej poszczególnych poziomów wód termalnych,
- określenie porowatości i przepuszczalności utworów strefy złożowej,
- określenie profilu ciśnienia i gradientów ciśnień w strefie złożowej,
- określenie średnicy i krzywizny otworu,
- wyznaczenie interwałów dopływu i pomiar wielkości dopływu,
- ocenę stanu zacementowania rur okładzinowych.

Pomiary geofizyczne w otworze Sieradz GT-1 zostaną najpierw wykonane przed zarurowaniem otworu rurami $\varnothing 13\frac{3}{8}$ " interwale 0,0 – 400 m w zaprezentowanym poniżej zakresie:

- profilowanie średnicy otworu,
- profilowanie krzywizny otworu,
- profilowanie gamma,
- profilowanie gamma-gamma gęstościowe,

- trójzasięgowe profilowanie oporności,
- profilowanie neutronowe,
- profilowanie akustyczne do oceny stanu zacementowania rur $\varnothing 18^{5/8}$ ".

Drugi zestaw badań geofizycznych zostanie wykonany przed zarurowaniem otworu rurami $\varnothing 9^{5/8}$ " interwale 400,0 – 1390,0 m w zaprezentowanym poniżej zakresie:

- profilowanie średnicy otworu,
- profilowanie krzywizny otworu,
- profilowanie gamma,
- profilowanie gamma-gamma gęstościowe,
- trójzasięgowe profilowanie oporności,
- profilowanie neutronowe,
- profilowanie akustyczne do oceny stanu zacementowania rur $\varnothing 13^{3/8}$ " (w interwale 0,0 – 400,0 m p.p.t.).

Trzeci zestaw badań geofizycznych zaplanowano po odwierceniu otworu do głębokości 1475,0 m. Badania zostaną przeprowadzone przed poszerzeniem otworu w zaprezentowanym poniżej zakresie:

- profilowanie średnicy otworu,
- profilowanie krzywizny otworu,
- profilowanie gamma,
- profilowanie gamma-gamma gęstościowe,
- profilowanie gamma spektrometryczne,
- trójzasięgowe profilowanie oporności,
- profilowanie neutronowe,
- profilowanie akustyczne do oceny stanu zacementowania rur $\varnothing 9^{5/8}$ " (w interwale 300,0 – 1390).

Czwarty zestaw badań geofizycznych zaplanowano po poszerzeniu otworu do średnicy 311 mm w interwale 1392,0 – 1455,0 w zaprezentowanym poniżej zakresie:

- pomiar średnicy otworu.

Piąty zestaw badań geofizycznych zaplanowano po zafiltrowaniu otworu w interwale 1364,0 – 1475,0. Badania zostaną przeprowadzone w zaprezentowanym poniżej zakresie:

- stan zafiltrowania otworu,
- stan obsypki,
- profilowanie temperatury (po 10-dniowej stójce). Profilowanie temperatury będzie wykonywane w całym profilu otworu.

4.8. Zakres badań laboratoryjnych

Badania laboratoryjne próbek okruchowych i rdzeni

W trakcie wiercenia otworu na terenie wiertni przewiduje się zainstalowanie polowego laboratorium geologicznego którego zadaniem będzie:

- określanie litologii i udziału procentowego poszczególnych typów skał w próbkach okruchowych,
- oznaczanie zawartości węglanów CaCO_3 w próbkach okruchowych,
- opis próbek i skrzynek do składowania próbek okruchowych,
- tworzenie aktualnego profilu stratygraficzno-litologicznego.

Z rdzeni, a w razie potrzeby także z wyselekcjonowanych próbek okruchowych zostaną wykonane szlify cienkie do specjalistycznych badań petrologicznych i stratygraficznych. Badania petrograficzne obejmować będą: skład petrograficzny skał, rodzaj lepiszcza oraz sposób wypełnienia przestrzeni międzyporowych, formę i rodzaj obtoczenia ziaren. Materiał skalny zostanie wykorzystany także do badań mikropaleontologicznych dla określenia wieku przewiercanych serii skalnych.

Rdzenie posłużą do określenia porowatości efektywnej (otwartej), określenia przepuszczalności, ewentualnie dobrania składu i receptury cieczy kwasującej.

Z rdzeni pobrać próby, co 1 m lub ze zmiany litologicznej i wykonać 30 oznaczeń porowatości i przepuszczalności. Zakłada się około 50 oznaczeń węglanowości. Z interesujących interwałów pobrać próby do badań petrograficznych. Zakłada się wykonanie około 5 szlifów do światła przechodzącego. Zakłada się również wykonanie 5 analiz RTG dyfraktometrycznych (proszkowe, ewentualnie sedymentowane).

Badania laboratoryjne próbek wody termalnej i gazów w niej rozpuszczonych

Sposób pobierania i przechowywania próbek powinien zabezpieczyć naturalną zawartość składu chemicznego w wodzie zgodnie z zasadami ujętymi w normie PN-ISO 5667-11:2004. Ilość pobieranej wody dla potrzeb pełnej analizy fizykochemicznej powinna wynosić około 3 dm³.

Dla niektórych oznaczeń próbki należy pobierać oddzielnie, a dla oznaczeń CO₂, H₂S należy zadbać, aby nie dopuścić do kontaktu wody z powietrzem. Należy również określić ilość rozpuszczonych gazów w wodzie i wykonać analizę ich składu z pierwszego i trzeciego stopnia pompowania pomiarowego.

W trakcie trwania prób i testów złożowych oraz po zakończeniu robót geologicznych wykonane zostaną następujące badania laboratoryjne próbek wody:

- badania właściwości fizykochemicznych solanki,
- badania izotopowe solanki, stężenie: ²²²Rn, izotopów radu oraz całkowitej aktywności promieniotwórcza α i β .
- badania mikrobiologiczne solanki.

Zakres badań składu chemicznego i właściwości fizykochemicznych solanki powinien obejmować oznaczenia:

- odczynu pH, potencjału Eh, przewodnictwa elektrolitycznego właściwego - γ , kwasowości, zasadowości, zapachu, barwy,
- twardości wody (ogólnej, węglanowej i niewęglanowej), zasadowość, mineralizację ogólną, krzemionkę jako SiO₂, całkowity węgiel organiczny (TOC),
- makroelementów: jony siarczanowy SO₄²⁻, chlorkowy Cl⁻, wodorowęglanowy HCO₃⁻, sodu Na⁺, potasu K⁺, wapnia Ca²⁺, magnezu Mg²⁺,
- mikroelementów: bor B, fluor F⁻, bromki Br⁻, fosfor P jako HPO₄²⁻, azotany NO₃⁻, azotyny NO₂⁻, żelazo ogólne Fe, ołów Pb²⁺, arsen As²⁺, glin Al³⁺, jon amonowy NH₄⁺, mangan Mn²⁺, stront Sr²⁺, bar Ba²⁺, cynk Zn²⁺, nikiel Ni²⁺, wanad V²⁺, chrom Cr²⁺, kadm Cd²⁺, molibden Mo²⁺, tytan Ti²⁺, kobalt Co²⁺, miedź Cu²⁺, lit Li⁺, jod I,
- gazów rozpuszczonych w solance: siarkowodoru H₂S, tlenu O₂, dwutlenku węgla CO₂, węglowodorów gazowych.

W czasie opróbowania poziomów zbiornikowych, należy pobrać 2 próby wody złożowej do badań fizykochemicznych oraz 1 próbę do wykonania pełnej analizy radioaktywności i bakteriologii ujętej wody termalnej.

Należy również pobrać 1 próbę gazu wydzielającego się z solanki do badań laboratoryjnych.

Laboratorium kontrolno-pomiarowe typu „mud logging”

W trakcie wiercenia otworu na terenie wiertni przewiduje się zainstalowanie laboratorium kontrolno-pomiarowe typu „mud logging”. Jego zadaniem będzie wykonywanie na bieżąco następujących prac:

- rejestracja postępu wiercenia oraz parametrów technologicznych wiercenia: głębokości otworu, głębokości i lokalizacji świdera, nacisk na świder, ciężar na haku, obroty stołu wiertniczego, moment obrotowy stołu,
- rejestracja parametrów płuczki wiertniczej: bilans płuczki, natężenie wypływu płuczki, ciśnienie tłoczenia płuczki, gęstość i temperaturę płuczki wchodzącej i wychodzącej, objętość płuczki w zbiornikach,
- monitorowanie całkowitej zawartości gazów palnych w płuczce wiertniczej i przyływów gazu,
- monitorowanie zawartości siarkowodoru H_2S w płuczce wiertniczej,
- monitorowanie obecności gazów,
- monitorowanie zaników płuczki wiertniczej, dopływów wód podziemnych.

4.9. Przewidywana wydajność dopływu wód do otworu

Warstwy wodonośne utworów jury dolnej w rejonie projektowanego otworu są słabo rozpoznane. Brak jest badań przepuszczalności i uziarnienia piaskowców budujących poziomy wodonośne dolnej jury. O dobrych parametrach kolektorskich tych warstw można tylko wnioskować na podstawie badań geofizyki wiertniczej i wykonanych badaniach porowatości efektywnych. Z braku danych o parametrach hydrogeologicznych zaprojektowanej do ujęcia warstwy wodonośnej nie wykonano obliczeń przewidywanej wydajności i depresji w otworze, gdyż obliczenia te byłyby obciążone bardzo dużą niedokładnością.

Obliczenia te zostaną wykonane przez geologa nadzorującego po odwiercieniu przewidzianego do badań poziomu wodonośnego w oparciu o przeprowadzone badania geofizyczne i badania pobranych rdzeni wiertniczych. Wyniki tych obliczeń posłużą do dokładniejszego zaprojektowania próbnych pompowań wybranych do badań horyzontów wodonośnych.

4.10. Opis opróbowania otworu

4.10.1. Pompowanie oczyszczające przed zafiltrowaniem otworu

Pompowanie oczyszczające może być wykonane pompą głębinową lub airliftem. Pompowanie należy prowadzić do uzyskania klarownej wody bez piasku i zawiesiny pyłowej.

Pompowania oczyszczające mają na celu oczyszczenie strefy złożowej z pozostałości płuczki wiertniczej i zawiesiny pylastej, a zatem polepszenie dróg dopływu wody do otworu oraz przygotowanie otworu do pompowania pomiarowego i eksploatacji. Pompowania oczyszczające mogą być wykonane pompą głębinową lub airliftem. Stosując airlift należy dążyć do osiągnięcia możliwie najlepszych wydatków pompowania. W trakcie pompowania oczyszczającego wskazane byłoby stosowanie uderów hydraulicznych w celu zwiększenia skuteczności oczyszczania strefy złożowej. Pompowanie należy prowadzić do uzyskania klarownej wody bez piasku i zawiesiny pyłowej.

Pompowania oczyszczające zaleca się wykonać na jednym stopniu, z maksymalną wydajnością. W czasie pompowania oczyszczającego należy prowadzić pomiary wydajności, temperatury na wypływie i położenie zwierciadła wody w otworze przy użyciu aparatury z automatyczną rejestracją wyników. Na podstawie wyników uzyskanych z pompowania oczyszczającego, ustalone zostaną parametry dla pompowania pomiarowego.

Czas trwania pompowania wybranego horyzontu wodonośnego szacuje się na około 5 godz. lub do uzyskania na wypływie wody klarownej bez śladów zawiesiny.

Wypompowana woda będzie gromadzona w szczelnym zbiorniku zrzutowym, który zostanie wybudowany przez wykonawcę wierceń. Dół zrzutowy zostanie wykonany jako zagłębienie w ziemi szczelnie wyłożone folią termozgrzewalną. Pojemność

szczelnego dołu zrzutowego będzie wynosić około 4500 m³. Dół zrzutowy zostanie przygotowany przez wykonawcę wierceń.

W przypadku niezadawalających dopływów wody złożowej do otworu należy przeprowadzić zabiegi intensyfikujące dopływ - np. wanna kwasowa. Projekt techniczny kwasowania zostanie przygotowany przez nadzór geologiczny.

4.10.2. Pompowanie oczyszczające po zafiltrowaniu otworu

Po zafiltrowaniu otworu należy przeprowadzić zabiegi płukania bocznego filtra. Pompowanie oczyszczające po zafiltrowaniu otworu być wykonane pompą głębinową lub airliftem. Pompowanie oczyszczające ma na celu oczyszczenie strefy przyodwiertowej z pozostałości płuczki wiertniczej i zawiesiny pylastej, a zatem polepszenie dróg filtracji wody do otworu oraz przygotowanie otworu do testów pomiarowych i eksploatacji. Pomiary wykonane w trakcie eksploatacji oczyszczającej pozwalają na wstępne określenie wydajności i ciśnienia eksploatacyjnego, co umożliwia z kolei szczegółowe zaplanowanie testu pomiarowego.

Przed przystąpieniem do pompowania oczyszczającego zostanie ustabilizowane zwierciadło wody w otworze i zostaną wykonane pomiary położenia lustra wody.

Pompowanie oczyszczające należy prowadzić z maksymalną możliwą do uzyskania wydajnością eksploatacyjną. Niezbędne są przy tym pulsacyjne zmiany wydajności powodujące gwałtowne udary hydrauliczne ułatwiające wymywanie drobnych cząstek pylastych. Orientacyjnie czas trwania pompowania oczyszczającego szacować można na kilka godzin, przy czym, decydujące znaczenie będzie miała możliwość magazynowania lub zrzutu wyeksploatowanej solanki.

Podczas pompowania oczyszczającego musi być prowadzona ciągła, automatyczna rejestracja parametrów, tj.: wydajności eksploatacyjnej, położenia dynamicznego zwierciadła wody, temperatury eksploatowanej solanki.

Czas trwania pompowania szacuje się na około 5 godz., gdyż wcześniej prowadzone zabiegi płukania filtra powodują częściowe oczyszczenie strefy wokółfiltrowej i pompowanie oczyszczające można będzie skrócić. Szczegółowa instrukcja dotycząca metody i sposobu przeprowadzenia pompowania oczyszczającego i ewentualnych za-

biegów usprawniających, zostanie opracowana przez hydrogeologa nadzorującego, po wykonaniu otworu.

Solanka z pompowania oczyszczającego powinna być gromadzona w specjalnie do tego przygotowanym dole zrzutowym, podobnie jak z wcześniejszych pompowań.

4.10.3. Pompowanie pomiarowe

Przed przystąpieniem do pompowania pomiarowego zostanie ustabilizowane zwierciadło wody w otworze i wykonane pomiary położenia lustra wody.

Po oczyszczeniu otworu, przewiduje się przeprowadzenie próbnego pompowania za pomocą pompy głębinowej, przy trzech ustalonych depresjach oraz założeniu wydajności:

$$Q_1 = \frac{1}{3} Q_{\max} \text{ (wydajność max z pompowania oczyszczającego),}$$

$$Q_2 = \frac{2}{3} Q_{\max},$$

$$Q_3 = Q_{\max},$$

Ostateczne wydajności poszczególnych stopni zostaną ustalone po zapięciu próbnika złoża i po pompowaniu oczyszczającym.

Na czas pompowania pomiarowego wykonawca wierceń powinien zapewnić co najmniej:

- pompę głębinową o wydajności co najmniej 200 m³/h przy wysokości podnoszenia około 150 m. Pompa będzie zapuszczona w rurach $\varnothing 13\frac{3}{8}$ " na głębokość około 100 m. Pompa powinna być odporna na temperaturę około 60°C i solankę o mineralizacji około 120 g/dm³,
- skrzynia przelewowa (około 2 m³) z przelewem prostokątnym do pomiaru wydatku wody,
- zbiornik stalowy otwarty o pojemności 30 - 40 m³ do odbioru wody wypompowywanej z otworu i kontrolnego pomiaru średniego wydatku wody,
- zbiornik otwarty w postaci dołu wyłożonego folią dobrze zaizolowanym przed przeciekaniem o pojemności minimum 4500 m³ do magazynowania wypompowywanej wody,

- podczas pompowania pomiarowego musi być prowadzona ciągła, automatyczna rejestracja parametrów, tj.: wydajności eksploatacyjnej, położenia dynamicznego zwierciadła wody, temperatury eksploatowanej solanki.

Pompowanie pomiarowe przeprowadzone będzie na trzech stopniach pompowania i poprzedzone zostanie stabilizacją zwierciadła wody w otworze. Wydatki w kolejnych pompowaniach powinny być stałe w czasie ich trwania i dobrane wg schematu: Q_1 , $Q_2 = 2 \cdot Q_1$, $Q_3 = 3 \cdot Q_1$, a czas trwania poszczególnych pompowań powinien być jednakowy.

Dokumentacja z otworu Sieradz GT-1 w postaci rejestracji parametrów technicznych, technologicznych i hydrogeologicznych będzie prowadzona przez dozór geologiczny w laboratorium polowym. Szczegółowe wyniki prowadzonych obserwacji i badań, zestawione w formie tekstowej i graficznej, będą zawarte w dokumentacji otworowej. Materiały z dokumentacji otworowej wykorzystane zostaną do wykonania dokumentacji hydrogeologicznej.

4.11. Przewidywana jakość odpompowywanej wody

Woda termalna wydobywana otworem Sieradz GT-1 będzie miała temperaturę około 60-65 °C. Jej mineralizacja ogólna będzie wynosiła około 120 g/dm³. Wydobywana woda najprawdopodobniej będzie typu chlorkowo-sodowego, jodkowego.

4.12. Sposób odprowadzania odpompowywanej wody

Odpompowywane wody złożowe magazynowane będą przejściowo w dole zrzutowym, który zostanie wykonany na terenie planowanych robót geologicznych.

Wody złożowe zdeponowane w dole zrzutowym poddawane będą procesom parowania i rozcieńczania wodami opadowymi. W zależności od ładunku soli zawartego w tych wodach podjęte zostaną dalsze decyzje co do ich zagospodarowania lub unieszkodliwienia. Brana jest również pod uwagę możliwość rozcieńczenia tych wód wodami słodkimi i ich zrzut do kanalizacji zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym, które Inwestor będzie musiał pozyskać.

4.13. Zakres badań geodezyjnych

Szczegółowa lokalizacja otworu Sieradz GT-1 zostanie wytyczona geodezyjnie w terenie, zgodnie z zatwierdzonym projektem.

Po wykonaniu otworu Sieradz GT-1 należy określić jego współrzędne w obowiązującym Państwowym Układzie Współrzędnych.

4.14. Sposób i termin likwidacji otworu wiertniczego

Likwidacja otworu może nastąpić jedynie w sytuacji kiedy nie będzie możliwości wydobywania za jego pomocą wód termalnych. Oceniając ryzyko nieosiągnięcia celu geologicznego, należy zaznaczyć, że jest ono niewielkie. Planowana do ujęcia warstwa wodonośna powszechnie występuje na obszarze planowanych robot i posiada dobre parametry hydrogeologiczne.

W przypadku uzyskania negatywnych wyników, otwór nieproduktywny zostaje zlikwidowany na podstawie projektu technicznego oraz zatwierdzonego dodatku do Planu Ruchu dotyczącego likwidacji. Likwidacja polega na wypełnieniu zaczynem uszczelniającym otwartych interwałów. Następnie, wykonuje się cementowy korek uszczelniający. Można to zrobić, przez zapuszczenie przewodu do odpowiedniej głębokości, i wtłoczenie nim zaczynu cementowego. W górnej części odwiertu również wykonywany jest korek cementowy. Ponad powierzchnią terenu widoczny jest jego fragment (cementowy cokolik oraz tabliczka z datą i nazwą zlikwidowanego odwiertu). W przypadku likwidacji otworu wiertniczego, zostaje on udokumentowany po zakończeniu robót wiertniczych.

Dokumentacja powinna być wykonana zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dn. 15 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych (Dz. U. z 2011 r. Nr 282, Poz. 1656 z późn. zm.). Na etapie projektowania nie przewiduje się likwidacji otworu Sieradz GT-1.

Rozdział 5.

OKREŚLENIE PRÓBEK GEOLOGICZNYCH, HARMONOGRAMU ZAMIERZONYCH ROBÓT ICH WPŁYWU NA ŚRODOWISKO ORAZ RODZAJU DOKUMENTACJI

5.1. Określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu organowi administracji geologicznej

Zgodnie z Art. 82 ust. 1 pkt. 2 Prawa geologicznego i górniczego (Ustawa z dn. 9 lutego 2015 r., Dz.U. 2015 poz. 196) ten kto uzyskał koncesję na poszukiwanie lub rozpoznawanie złoża kopaliny albo uzyskał decyzję o zatwierdzeniu projektu robót geologicznych, ma obowiązek przekazywania właściwemu organowi administracji geologicznej próbek uzyskanych w wyniku robót geologicznych wraz z wynikami ich badań.

Zgodnie z art. 2 ust. 2 pkt. 3 Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 roku w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. Nr 282 Poz. 1657 z późn. zm.) organy administracji geologicznej gromadzą informację geologiczną jako „próbki geologiczne trwałego przechowywania”.

Zgodnie z art. 4 ust. 4 Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 roku w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. Nr 282 Poz. 1657 z późn. zm.) próbki geologiczne trwałego przechowywania przekazuje się do magazynu próbek wskazanego przez państwową służbę geologiczną w terminie określonym odpowiednio w koncesji albo decyzji o zatwierdzeniu projektu robót geologicznych.

Wszystkie próbki geologiczne pobrane w trakcie prowadzenia badań zostaną umieszczone w opakowaniu i zabezpieczone przed zniszczeniem. Próbki zostaną opisane czytelnie i w sposób trwały.

Próby rdzeni i zwiercin pobierane w czasie prowadzenia badań przechowywane będą w magazynie próbek Inwestora, a po zakończeniu prac geologicznych próbki zostaną przekazane Ministerstwu Środowiska zgodnie z projektem robót geologicznych oraz z decyzją zatwierdzającą projekt.

Zazwyczaj zobowiązuje się wykonawcę prac geologicznych do przekazania nie mniej niż 1/2 objętości uzyskanych próbek geologicznych trwałego przechowywania do Centralnego Archiwum Geologicznego w Warszawie w terminie miesiąca od dnia zakończenia prac geologicznych.

Protokół potwierdzający termin, liczbę i rodzaj przekazanych prób wykonawca dostarcza właściwemu organowi administracji geologicznej w terminie 14 dni od daty ich przekazania.

Przewiduje się również pobieranie próbek gazu oraz próbek wody złożowej do dalszych badań laboratoryjnych. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 15.12.2011r. (Dz. U. Nr 282 poz. 1657 z późn. zm.) w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej, planowane do pobrania próby (próby gazu i wody), w trakcie projektowanych prac badawczych kwalifikują się jako próby czasowego przechowywania i dlatego nie podlegają przekazaniu organowi państwowej administracji geologicznej.

Zakres, formę i tryb przekazywania próbek oraz zakres, format i tryb przekazywania danych geologicznych określa rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz. U. 2015 poz. 903).

5.2. Określenie harmonogramu zamierzonych robót geologicznych, w tym terminów ich rozpoczęcia i zakończenia

Harmonogram projektowanych robót geologicznych przedstawiono przyjmując za stan zerowy datę zatwierdzenia niniejszego Projektu Robót Geologicznych:

- przygotowania formalno-prawne i montaż finansowy – **30 miesięcy**

- przygotowania i zatwierdzenie planu ruchu zakładu górniczego – **2 miesiące**
- prace przygotowawcze, wiercenie otworu, badania hydrogeologiczne oraz rekultywacja terenu – **12 miesięcy**
- badania laboratoryjne – **2 miesiące**
- sporządzenie dokumentacji hydrogeologicznej – **2 miesiące**
- zatwierdzenie dokumentacji hydrogeologicznej – **12 miesięcy**

Czas realizacji projektu wyniesie **60 miesięcy**.

5.3. Wpływ zamierzonych robót geologicznych na obszary chronione, w tym obszary Natura 2000

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji można wykluczyć ryzyko pogorszenie stanu siedlisk przyrodniczych oraz siedlisk roślin i zwierząt, będących przedmiotami ochrony położonych w najbliższym sąsiedztwie obszarów Natura 2000 oraz ryzyko wystąpienia zaburzeń spójności i integralności całej sieci Natura 2000.

Teren inwestycji nie wyróżnia się żadnymi unikatowymi wartościami przyrodniczymi. W jego obrębie oraz najbliższym otoczeniu nie występują rzadkie i zagrożone wyginięciem rośliny i zwierzęta. Analogiczne siedliska znajdują się w pobliżu miejsca planowanej inwestycji, w związku z czym w okresie trwania inwestycji będą one stanowiły doskonałe siedlisko zastępcze.

W bezpośrednim sąsiedztwie projektowanego otworu badawczego nie występują rezerваты przyrody, pomniki przyrody, użytki ekologiczne, stanowiska dokumentacyjne przyrody nieożywionej oraz zespoły przyrodniczo – krajobrazowe. Najbliższe obszary Natura 2000 występują w oddaleniu około 4 km – Zbiornik Jeziorsko, najbliższe rezerваты występują w odległości ponad 8 km – Półboru, parki krajobrazowe w odległości ponad 8 km – Park Krajobrazowy Międzyrzecza Warty i Widawki, najbliższe obszary chronionego krajobrazu występują w odległości około 2 km – Nadwarciański Obszar Chronionego Krajobrazu.

W związku z tym roboty geologiczne nie spowodują żadnych chwilowych lub trwałych zmian w funkcjonowaniu kluczowych czynników ekologicznych warunkujących trwałość siedlisk przyrodniczych. Zakres prac związanych z realizacją inwestycji

nie wpłynie na pogorszenie siedlisk, a także na gatunki, dla których zostały wyznaczone obszary Natura 2000, nie zredukuje obszaru występowania kluczowych gatunków i nie zredukuje liczebności kluczowych gatunków i nie naruszy równowagi pomiędzy kluczowymi gatunkami, dla których wyznaczono sieć obszarów Natura 2000. Prace objęte projektem robót geologicznych nie zmniejszą różnorodności obszarów Natura 2000, nie spowodują zaburzeń, które wpłynęłyby na wielkość populacji, zagęszczenie lub równowagę pomiędzy kluczowymi gatunkami dla których utworzono obszary Natura 2000 oraz nie spowodowały ich fragmentacji.

5.4. Przedsięwzięcia konieczne ze względu na ochronę środowiska

Przewiduje się wystąpienie niewielkich wpływów na środowisko, w otoczeniu projektowanego otworu Sieradz GT-1. W szczególności należy rozważyć możliwość wystąpienia następujących zagrożeń dla środowiska naturalnego:

- zanieczyszczenie gleby i zmiana topografii terenu,
- zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego,
- zagrożenie hałasem i wibracjami,
- zanieczyszczenie wód podziemnych i powierzchniowych,
- powstawanie odpadów.

Oddziaływanie na powierzchnię ziemi

Przed przystąpieniem do realizacji prac geologicznych należy rozpoznać tło geochemiczne terenu projektowanych robót geologicznych, poprzez pobór próbek przypowierzchniowej warstwy gleb, zgodnie z warunkami określonymi rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 09.09.2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz. U. z 2002 r. Nr 165, poz. 1359 z późn. zm.) oraz przeprowadzenie analizy laboratoryjnej w szczególności w zakresie odczynu gleby, zawartości węgla organicznego i metali ciężkich: Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Pb. Uzyskane wyniki badań będą stanowić materiał odniesienia (tło) dla wyników badań przeprowadzonych po zakończeniu robót geologicznych.

Z terenu w granicach którego zlokalizowane zostanie urządzenie wiertnicze oraz zaplecze socjalno-techniczne wiertni, należy usunąć warstwę gleby (humusu) i zmagazynować ją w formie przyzmy, bądź wału.

W przypadku budowy „dołu urobkowego” jego wnętrze należy wyłożyć szczelnym materiałem izolacyjnym (folia) o odpowiednich parametrach w celu zapobieżenia przed przesączeniem zanieczyszczeń do ziemi.

Wiertnie należy wyposażyć również w szczelne zbiorniki płuczkowe oraz zbiorniki do magazynowania wody złożowej wynoszonej z otworu podczas zabiegów pompowania oczyszczającego i pompowania próbnego.

Należy dołożyć wszelkich starań, aby w trakcie realizacji robót geologicznych nie dopuścić do wycieku substancji niebezpiecznych do ziemi. W przypadku zaistnienia sytuacji awaryjnych np. niekontrolowanego wycieku paliwa, należy jak najszybciej wezwać specjalistyczną jednostkę ratownictwa chemicznego Straży Pożarnej.

Oddziaływanie na wody podziemne i powierzchniowe

Wykonywanie prac wiertniczych przy prawidłowym wierceniu otworu nie będzie miało wpływu na wody podziemne i powierzchniowe. Celem zabezpieczenia ich przed zanieczyszczeniem wykonawca wierceń podejmie następujące działania:

- stosowane będą odpowiednie urządzenia i technologie w celu ograniczenia powstawania nadmiernej ilości zanieczyszczonych wód opadowych i ścieków,
- przewiduje się, że zanieczyszczone wody opadowe i potencjalne ścieki przemysłowe ujęte będą do metalowych zbiorników i sukcesywnie wywożone do uprawnionego odbiorcy, a w razie konieczności będą oczyszczane na terenie wiertni,
- przechowywanie materiałów płuczkowych odbywać się będzie w specjalnie do tego celu przystosowanych magazynach lub odpowiednio przygotowanych miejscach eliminując możliwość wypłukania przez opady atmosferyczne,
- przewiercane horyzonty wodonośne zostaną całkowicie zabezpieczone poprzez rurowanie i cementowanie przestrzeni pierścieniowej,

- pompowania pomiarowe projektowanego otworu i jego próbna eksploatacja nie powinna spowodować obniżenia zwierciadła wody w pobliskich ujęciach wód podziemnych,
- ścieki socjalno-bytowe magazynowane będą w szczelnych bezodpływowych zbiornikach i sukcesywnie wywożone przez odbiorcę, który posiada odpowiednie zezwolenie.

Wiertnia nie oddziałuje na wody podziemne i powierzchniowe poprzez pobór wody (w trakcie wiercenia). Dla potrzeb wiertni wymagana jest niewielka ilość wody średnio około 30 m³/d, która używana będzie do celów pitnych, o ile będzie odpowiedniej jakości, socjalno-bytowych załogi oraz dla potrzeb technologicznych wiercenia. Woda pochodzić będzie z ujęcia, które znajduje się na działce lub będzie dowożona.

Wypompowywana z otworów woda złożowa, ewentualnie samoczynnie wypływająca w trakcie opróbowań, nie będzie oddziaływać na wody podziemne i powierzchniowe, ponieważ gromadzona będzie na terenie wiertni w zbiorniku w postaci dołu wyłożonego folią dobrze zaizolowanym przed przeciekaniem, a następnie będzie sukcesywnie utylizowana.

Oddziaływanie na klimat akustyczny

Projektowane prace wiertnicze związane z wykonaniem otworu Sieradz GT-1 będą wywierać ujemny wpływ na klimat akustyczny, przy czym wpływy te będą miały charakter okresowy i ograniczony. Źródłem hałasu będzie praca silników urządzenia wiertniczego, pomp płuczkowych, generatorów, a także funkcjonowanie bazy wiertniczej. Podczas prowadzenia prac wiertniczych tj. przez okres około 3 miesięcy, należy zakładać pracę urządzenia wiertniczego, a tym samym powstawanie hałasu, przez 24 godziny na dobę. Na podstawie rzeczywistych pomiarów natężenia hałasu wokół urządzenia wiertniczego o mocy silników napędowych: wyciągu wiertniczego, pomp płuczkowych, agregatu prądotwórczego, podobnych do urządzenia planowanego do zastosowania przy prowadzeniu prac wiertniczych stwierdzono, że poziom dźwięku pomierzony przy poszczególnych źródłach hałasu wynosił: dla silnika wiertnicy – 87 dB (A), dla silnika pompy płuczkowej – 98 dB (A) oraz dla agregatu prądotwórczego

– 85 dB (A). Rozkład izolinii dźwięku wokół typowego otworu wiertniczego wykazał poziom dźwięku 55 dB (A) w odległości 100 - 120 m od źródła dźwięku, około 47 dB (A) w odległości około 150 - 200 m od źródła oraz około 36 dB (A) w odległości do około 300 m od źródła. Przy podanych, lokalizacji projektowanego otworu przewiduje się, że nie będzie znaczącego, negatywnego wpływu planowanych prac wiertniczych na środowisko, w szczególności negatywnego oddziaływania hałasu.

Przepisy prawne regulujące sprawy oceny uciążliwego oddziaływania hałasu w środowisku zewnętrznym, zostały zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. Nr 120, poz. 826 z późn. zm.). Na podstawie tego Rozporządzenia oraz przeprowadzonej wizji lokalnej, przyjmuje się następujące dopuszczalne równoważne poziomy dźwięku A przenikające do środowiska zewnętrznego, a występujące na terenach podlegających ochronie akustycznej - dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową jednorodzinną: - w porze dziennej 50 dB, - w porze nocnej 40 dB.

W przypadku stwierdzenia zbyt wysokiego poziomu hałasu w sąsiedztwie wiertni konieczne będzie ustawienie ekranów dźwiękochłonnych wokół placu wiertni.

Oddziaływanie na powietrze

Projektowane prace wiertnicze, związane z wykonaniem otworu Sieradz GT-1 będą wywierać niewielki ujemny wpływ na powietrze. Oddziaływanie planowanych prac na powietrze atmosferyczne będzie miało charakter okresowy, ograniczony do około 3 miesięcy. W tym czasie ciągła praca urządzenia wiertniczego i pomp płuczkowych napędzanych silnikami spalinowymi może powodować emisję do atmosfery zanieczyszczeń gazowych, wśród których dominują tlenki azotu i dwutlenek siarki. Zasięg negatywnego oddziaływania na atmosferę wynosi max do 300 m od źródła emisji.

Wiertnie zaliczane są do słabych emitorów zanieczyszczeń powietrza. Pomimo prognozy niewielkiego wzrostu emisji zanieczyszczeń do powietrza związanej z planowanym wierceniem otworu, skala ewentualnych zanieczyszczeń powietrza nie będzie miała istotnego wpływu na stan powietrza w rejonie jego lokalizacji, pod warunkami prowadzenia prac zgodnie z zasadami dobrej praktyki i przestrzegania przepisów prawnych.

Wzrost emisji niezorganizowanej – podwyższone stężenie dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłu zawieszonego, może mieć miejsce jedynie w najbliższym otoczeniu placu wokół otworu i nie spowoduje ponadnormatywnych stężeń zanieczyszczeń w powietrzu poza terenem przedsięwzięcia. W trakcie prowadzenia wiercenia wystąpią jedynie źródła emisji niezorganizowanej. Nie są one objęte uregulowaniami prawnymi ujętymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 6.06.2002 roku w sprawie dopuszczalnych poziomów niektórych substancji w powietrzu, alarmowych poziomów niektórych substancji w powietrzu oraz marginesów tolerancji dla dopuszczalnych poziomów niektórych substancji - Dz.U. Nr 87, poz. 796 z późn. zm.

Gospodarka odpadami

W wyniku prowadzenia robot wiertniczych i procesów technicznych wytworzone będą odpady niebezpieczne i inne niż niebezpieczne. Wszystkie powstające na terenie wiertni odpady przechowywane będą w odpowiednich zbiornikach i pojemnikach celem zabezpieczenia przed przedostaniem się do środowiska.

Magazynowanie odpadów wiertniczych odbywać się będzie w stalowych zbiornikach będących na wyposażeniu wiertni. Odpompowywane wody złożowe będą magazynowane w szczelnym dole zrzutowym. Pozostałe odpady w tym również niebezpieczne magazynowane będą w szczelnych pojemnikach stalowych przystosowanych do tego celu i opisanych kodem danego odpadu. Gospodarowanie odpadami zostanie zlecone podmiotom, które posiadają zezwolenie właściwego organu na prowadzenie działalności w zakresie gospodarowania tymi odpadami.

5.5. Określenie rodzaju dokumentacji geologicznej mającej powstać w wyniku robót geologicznych

Dokumentacja wiercenia sporządzana będzie zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w zakładach górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz. U. z 2002r. Nr 109, Poz. 961 z późn. zm.).

Zgodnie z § 37 ust. 1 ww. rozporządzenia, przy wykonywaniu robót wiertniczych należy prowadzić dokumentację techniczno-ruchową. W skład dokumentacji techniczno-ruchowej, wchodzi:

1. dokumentacja wiercenia,
2. dokumentacja eksploatacyjna urządzeń energomechanicznych i sprzętu wiertniczego,
3. projekty robót specjalnych określone przez kierownika ruchu zakładu górniczego.

Zgodnie z § 38 ww. rozporządzenia - dokumentację wiercenia stanowią w szczególności:

1. protokół przekazania urządzenia wiertniczego do ruchu,
2. raporty wiertnicze,
3. aktualny profil geologiczny otworu,
4. diagramy przyrządów kontrolno-pomiarowych,
5. dziennik wiertniczy,
6. projekty i protokoły przeprowadzonych rurowań i cementowań rur,
7. protokoły przeprowadzonych badań skuteczności uszczelniania rur izolujących poszczególne poziomy płynu złożowego,
8. projekty i protokoły pomiarów i badań wykonanych prac specjalistycznych.

Dokumentacja końcowa prac geologicznych będzie sporządzona w formie dokumentacji hydrogeologicznej złoża wód termalnych. Szczegółowy zakres dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych przedstawiony został w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 8 maja 2014 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno - inżynierskiej (Dz.U. 2014 poz. 596 z późn. zm.).

WNIOSKI I ZALECENIA

1. Celem projektowanych prac jest:

- rozpoznanie występowania i wykształcenia utworów jury dolnej
- wykonanie badań hydrogeologicznych mających na celu określenie wydajności, mineralizacji i temperatury wód termalnych w wytypowanym horyzoncie wodonośnym liasu
- określenie własności fizyko-chemicznych ujętego poziomu wodonośnego

2. W ramach projektowanych prac geologicznych zakłada się odwiercenie pionowego otworu geotermalnego badawczo - eksploatacyjnego Sieradz GT-1 do głębokości 1475 m.($\pm 10\%$) i wykonaniu testów hydrogeologicznych, określających parametry warstwy złożowej jury dolnej.

3. Po wykonanych badaniach hydrogeologicznych w przypadku uzyskania małej sprawności otworu głównie chłonnego zakłada się wykonanie dalszych prac intensyfikacyjnych zmierzających do oczyszczenia strefy przyodwiertowej i zwiększenie wydajności eksploatacyjnej np. wanna kwasowa.

4. Wszelkie prace wiertnicze i badawcze będą odbywały się pod dozorem i nadzorem geologicznym oraz zgodnie z obowiązującymi przepisami.

5. Po zakończeniu prac terenowych opracowana zostanie dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wód termalnych podlegająca zatwierdzeniu przez Marszałka Województwa Łódzkiego.

6. Wnioskuje się o zatwierdzenie projektu robót geologicznych na okres 60 miesięcy licząc od daty jego zatwierdzenia.

SPIS LITERATURY

1. Górecki W. (red.) – Atlas wód geotermalnych Nizżu Polskiego. ISEAGH, Kraków 1990.
2. Górecki W. (red.) – Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Nizżu Polskim. AGH, Kraków 2006
3. Katalog Wierceń Górnictwa Naftowego w Polsce wykonanych w latach 1973-1977, tom II, cz.2, zeszyt 3.,: Zduńska Wola 1.
4. Kondracki J. – Geografia regionalna Polski. Wydawnictwa Naukowe PWN Warszawa 2011.
5. Lis-Martyniak B., 1970 – Dokumentacja wynikowa otworu geologicznego Lutomiersk-3, arch.PIG
6. Mapa geologiczna bez kenozoiku w skali 1:1 000 000 (PIG-PIB, <http://m.bazagis.pgi.gov.pl/cbdg>)
7. Maćków A., Dąbrowski T., 2003 – Mapa Geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000, arkusz 661 Sieradz, PIG
8. Marek S., Red., 1977 – Budowa geologiczna wschodniej części niecki mogileńsko-łódzkiej (strefa Gopło-Ponetów-Pabianice), WG Warszawa
9. Osika R., Pożaryski Pożarski., Rühle Role., Znosko J., 1972 – Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku skala 1:500 000, Wydawnictwa Geologiczne Warszawa
10. Profile Państwowego Instytutu Geologicznego : Kalisz IG-1, Zeszyt 46
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2014 poz. 1923 z późn. zm.).
12. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w zakładach górniczych wydobywających

- kopaliny otworami wiertniczymi (Dz. U. z 2002 r. Nr 109, Poz. 961 z późn. zm.)
13. 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 późn. zm.)
14. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. Nr 282, poz. 1657 z późn. zm.)
15. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 maja 2014 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2014 poz. 596 z późn. zm.)
16. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 21 listopada 2015 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2016 poz. 71 z późn. zm.)
17. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 15 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych (Dz. U. z 2011 r. Nr 282, Poz. 1656 z późn. zm.)
18. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz.U. 2015 poz. 903)
19. Ustawa z dnia 9 lutego 2015 – Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2015 nr 0 poz. 196)
20. Ustawa o ochronie przyrody z dn.21.09.2015 r. (Dz. U. 2015 poz. 1651)
21. Ustawa z dnia 9 lutego 2016 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. 2016 poz. 353)
22. Walaszko W., 2002 – Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz 661 Sieradz, PIG
23. Ziomek J., Baliński W., 2007 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz 661 Sieradz

24. Złonkiewicz A., 1970 – Dokumentacja wynikowa otworu geologicznego Sieradz-1, arch.PIG
25. Złonkiewicz A., Maniecka E., 1976 – Dokumentacja wynikowa otworu badawczego Zduńska Wola-1, arch.PIG