

PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH

na wykonanie otworu poszukiwaczo-rozpoznawczego

MOSZCZENICA GT-1

w celu ujęcia wód termalnych w miejscowości Moszczenica

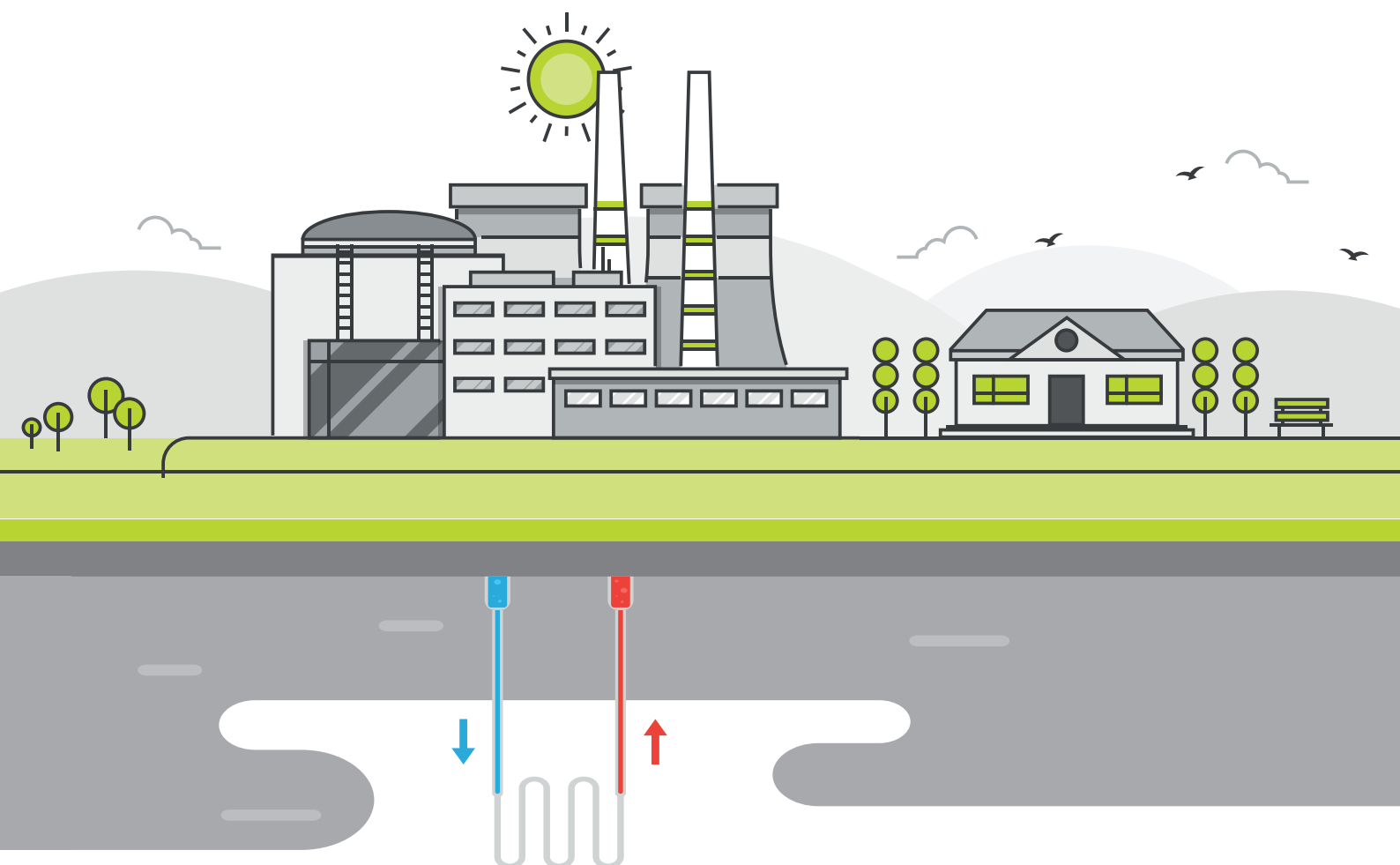
Zamawiający:

Gmina Moszczenica
ul. Kosowska 1
97-310 Moszczenica
www.moszczenica.pl
ug@moszczenica.pl



Wykonawca:

Geotermia Polska Sp. z o.o.
ul. Krucza 5/11D/115
00-548 Warszawa
www.geotermiapolska.pl
biuro@geotermiapolska.pl



Wykonawca:

Geotermia Polska Sp. z o.o.
ul. Krucza 5/11D /115
00-548 Warszawa



Zamawiający:

Gmina Moszczenica
ul. Kosowska 1
97-310 Moszczenica



PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH

na wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego
MOSZCZENICA GT-1 w celu ujęcia wód termalnych
w miejscowości Moszczenica

Miejscowość: **Moszczenica**
Gmina: **Moszczenica**
Powiat: **piotrkowski**
Województwo: **łódzkie**
Zlewnia: **Moszczanka Właściwa (IV)**

Projekt przedstawia do zatwierdzenia:

.....

GEOTERMIA POLSKA Sp. z o.o.:

Prezes Zarządu
mgr Łukasz BIAŁCZAK

.....

Opracowanie:

mgr inż. Marcin KUKUŁA
nr upr. IV-0449

.....

mgr inż. Maciej STYGAR
OUG Kraków 39/2021

.....

mgr inż. Kamil KOSIEK
nr upr. IV-0454

.....

mgr inż. Łukasz GUTY
nr upr. VIII-0156

.....

Warszawa, sierpień 2022 r.

SPIS TREŚCI

| | |
|--|-----------|
| 1. WSTĘP | 6 |
| 2. ZAKRES RZECZOWY ZADANIA | 7 |
| 3. LOKALIZACJA OTWORU WRAZ Z OPISEM I CHARAKTERYSTYKĄ ZAGOSPODAROWANIA TERENU ORAZ OBIEKTÓW I OBSZARÓW CHRONIONYCH | 8 |
| 3.1. POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE I GEOGRAFICZNE | 8 |
| 3.2. STAN ŚRODOWISKA | 10 |
| 3.3. ZAGOSPODAROWANIE TERENU | 11 |
| 3.4. OBSZARY GÓRNICZE W REJONIE PROJEKTOWANYCH ROBÓT | 12 |
| 4. STOPIEŃ ROZPOZNANIA WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH, HYDROGEOCHEMICZNYCH I ZASOBÓW WÓD PODZIEMNYCH, OMÓWIENIE WYNIKÓW PRZEPROWADZONYCH WCZEŚNIEJ ROBÓT GEOLOGICZNYCH I BADAŃ GEOFIZYCZNYCH, WRAZ Z WYKAZEM WYKORZYSTANYCH GEOLOGICZNYCH MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH..... | 12 |
| 4.1. ROZPOZNANIE BUDOWY GEOLOGICZNEJ | 12 |
| 4.2. BADANIA GEOFIZYCZNE | 13 |
| 5. UWARUNKOWANIA GEOMORFOLOGICZNE, KLIMATYCZNE I HYDROGRAFICZNE | 14 |
| 6. BUDOWA GEOLOGICZNA, WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE I GEOTERMALNE ORAZ PRZEWIDYWANY PROFIL GEOLOGICZNY PROJEKTOWANEGO OTWORU WIERTNICZEGO..... | 16 |
| 6.1. BUDOWA GEOLOGICZNA | 16 |
| 6.1.1. <i>Stratygrafia</i> | 16 |
| 6.1.2. <i>Tektonika</i> | 24 |
| 6.2. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE..... | 26 |
| 6.2.1. <i>Regionalizacja hydrogeologiczna</i> | 26 |
| 6.2.2. <i>Warunki zasilania i krążenia wód termalnych poziomu dolnojurańskiego</i> | 27 |
| 6.2.3. <i>Wody piętra czwartorzędowego</i> | 29 |
| 6.2.4. <i>Wody piętra górnokredowego</i> | 30 |
| 6.2.5. <i>Wody piętra wodonośnego utworów dolnej kredy</i> | 30 |
| 6.2.6. <i>Wody piętra górnojurańskiego</i> | 31 |
| 6.2.7. <i>Wody piętra dolnojurańskiego</i> | 31 |
| 6.2.8. <i>Główne Zbiorniki Wód Podziemnych</i> | 32 |
| 6.2.9. <i>Jednolite Części Wód Podziemnych</i> | 33 |
| 6.3. WARUNKI GEOTERMALNE..... | 34 |
| 6.4. PRZEWIDYWANY PROFIL GEOLOGICZNY..... | 36 |
| 6.5. POTENCJALNE ZASOBY ENERGETYCZNE WÓD TERMALNYCH W REJONIE MOSZCZENICY | 39 |
| 7. SKŁAD CHEMICZNY, WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE I JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH | 40 |
| 8. KONCEPCJA UJĘCIA WODY TERMALNEJ, PROJEKTOWANY ZAKRES PRAC | 44 |
| 8.1. OPIS I UZASADNIENIE LOKALIZACJI OTWORU WIERTNICZEGO | 44 |
| 8.2. PRZEWIDYWANA KONSTRUKCJA PROJEKTOWANEGO OTWORU WIERTNICZEGO, TECHNIKA I TECHNOLOGIA WIERCENIA | 46 |

| | |
|--|-----------|
| 8.3. INFORMACJE DOTYCZĄCE ZAMYKANIA HORYZONTÓW WODONOŚNYCH | 49 |
| 8.4. DOBÓR PŁYNÓW WIERTNICZYCH | 50 |
| 8.5. SPOSÓB I TERMIN LIKWIDACJI OTWORU WIERTNICZEGO | 50 |
| 8.6. PRACE GEODEZYJNE | 51 |
| 8.7. CHARAKTERYSTYKA I UZASADNIENIE ZAKRESU ORAZ METOD ZAMIERZONYCH BADAŃ GEOFIZYCZNYCH I GEOCHEMICZNYCH ORAZ ICH LOKALIZACJI, BADAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH, HYDROCHEMICZNYCH, ILOŚĆ I WIELKOŚĆ PLANOWANYCH DO POBRANIA PRÓBEK GEOLOGICZNYCH | 51 |
| 8.7.1. <i>Badania geofizyczne</i> | 51 |
| 8.7.2. <i>Testy hydrodynamiczne (pompowanie pomiarowe)</i> | 53 |
| 8.7.3. <i>Pobór próbek geologicznych</i> | 54 |
| 8.8. OPIS OPRÓBOWANIA PODCZAS REALIZACJI ROBÓT | 55 |
| 8.8.1. <i>Aparatura Kontrolno-Pomiarowa</i> | 55 |
| 8.8.2. <i>Obserwacja poziomów wodonośnych oraz badania rurowym próbnikiem złoża</i> | 56 |
| 8.8.3. <i>Badania i pomiary specjalne</i> | 56 |
| 8.9. ZAKRES BADAŃ LABORATORYJNYCH OBEJMUJĄCY LICZBĘ, METODYKĘ I CEL PLANOWANYCH BADAŃ | 57 |
| 8.9.1. <i>Badania laboratoryjne próbek okruchowych i rdzeni</i> | 57 |
| 8.9.2. <i>Badania laboratoryjne próbek wody termalnej</i> | 57 |
| 8.10. PRZEWIDYWANA WIELKOŚĆ DOPŁYWU, JAKOŚĆ WODY ODPOMPOWANEJ Z OTWORU WIERTNICZEGO ORAZ SPOSÓB JEJ ODPROWADZANIA | 58 |
| 9. OKREŚLENIE PRÓBEK GEOLOGICZNYCH PODLEGAJĄCYCH PRZEKAZANIU ORGANOWI ADMINISTRACJI GEOLOGICZNEJ, WRAZ ZE WSKAZANIEM SPOSOBU I TERMINU ICH PRZEKAZANIA | 59 |
| 10. ETAPY I HARMONOGRAM PRAC | 60 |
| 11. ODDZIAŁYWANIE ZAMIERZONYCH PRAC ZWIĄZANYCH Z WYKONANIEM OTWORU WIERTNICZEGO NA ŚRODOWISKO | 62 |
| 11.1. OKREŚLENIE ODDZIAŁYWANIA PLANOWANEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA NA ŚRODOWISKO | 62 |
| 11.2. WYSTĘPOWANIE OBSZARÓW CHRONIONYCH W MIEJSCU PROJEKTOWANYCH ROBÓT..... | 62 |
| 11.3. OPIS ZAGROZEŃ DLA ŚRODOWISKA NATURALNEGO ZWIĄZANYCH Z RODZAJEM PROJEKTOWANYCH ROBÓT..... | 63 |
| 11.3.1. <i>Zagrożenie dla gleb i gruntów</i> | 63 |
| 11.3.2. <i>Zagrożenia dla wód powierzchniowych i podziemnych</i> | 64 |
| 11.3.3. <i>Wpływ zamierzonych robót na wody podziemne GZWP nr 401</i> | 65 |
| 11.3.4. <i>Emisja zanieczyszczeń do powietrza</i> | 69 |
| 11.3.5. <i>Emisja hałasu do środowiska</i> | 69 |
| 11.3.6. <i>Zarządzanie odpadami</i> | 70 |
| 11.4. OCENA RYZYKA ŚRODOWISKOWEGO | 72 |
| 12. RODZAJ DOKUMENTACJI GEOLOGICZNEJ MAJĄCEJ POWSTAĆ W WYNIKU ROBÓT GEOLOGICZNYCH | 78 |
| 13. UWAGI KOŃCOWE, PODSUMOWANIE | 79 |
| 14. SPIS WYKORZYSTANYCH PUBLIKACJI I MATERIAŁÓW | 80 |
| 15. AKTY PRAWNE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU DOKUMENTACJI | 83 |

SPIS RYSUNKÓW W TEKŚCIE

| | |
|---|----|
| Rys. 1. Położenie projektowanego otworu Moszczenica GT-1 na tle regionów fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego i A. Richlinga..... | 9 |
| Rys. 2. Lokalizacja głębokich otworów wiertniczych oraz przebieg profili sejsmicznych 2D w rejonie projektowanych robót..... | 14 |
| Rys. 3. Położenie projektowanego otworu Moszczenica GT-1 na tle mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku z wyszczególnieniem głównych jednostek strukturalnych Niżu Polskiego. | 25 |
| Rys. 4. Mapa paleotektoniczna jury dolnej. | 26 |
| Rys. 5. Rejon projektowanych robót geologicznych na tle JCWPd i GZWP..... | 27 |
| Rys. 6. Pionowa zmienność hydrochemiczna wód termalnych niecki łódzkiej..... | 42 |
| Rys. 7. Lokalizacja projektowanego otworu Moszczenica GT-1 w odniesieniu do mineralizacji oraz chemizmu wód termalnych w utworach jury niecki łódzkiej..... | 43 |

SPIS TABEL W TEKŚCIE

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Podstawowe dane głębokich otworów wiertniczych w rejonie gminy Moszczenica..... | 13 |
| Tabela 2. Potencjał zasobów geotermalnych szacowany dla gmin powiatu piotrkowskiego..... | 35 |
| Tabela 3. Spodziewany profil litologiczno-stratygraficzny otworu Moszczenica GT-1 | 37 |
| Tabela 4. Projektowana konstrukcja otworu Moszczenica GT-1 | 46 |
| Tabela 5. Harmonogram zamierzonych robót geologicznych..... | 62 |
| Tabela 6. Matryca ryzyka (wg. Wójcik, 2018 zmodyfikowana) | 74 |
| Tabela 7. Arkusz analizy ryzyka (wg. Wójcik, 2018 zmodyfikowany)..... | 75 |

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW GRAFICZNYCH I TEKSTOWYCH:

| | |
|---------|---|
| Zał. 1. | Mapa topograficzna, skala 1: 50 000 |
| Zał. 2. | Mapa sytuacyjno-wysokościowa, skala 1: 10 000 |
| Zał. 3. | Mapa geologiczna, skala 1: 50 000 |
| Zał. 4. | Mapa geośrodowiskowa, skala 1: 50 000 |
| Zał. 5. | Przekrój geologiczny A-B, skala 1: $\frac{20\ 000}{100\ 000}$ |
| Zał. 6. | Projekt geologiczno-techniczny otworu Moszczenica GT-1 |
| Zał. 7. | Kopia mapy ewidencyjnej dla działki nr 640/55 z lokalizacją projektowanego otworu Moszczenica GT-1 |
| Zał. 8. | Uproszczony wypis z rejestru gruntów dla działki ewid. nr 640/55 |
| Zał. 9. | Zestawienie tabelaryczne ujęć wód zwykłych wg Centralnej Bazy Danych Hydrogeologicznych (stan na 30.04.2022 r.) |

1. Wstęp

Projekt robót geologicznych na wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Moszczenica GT-1 w celu ujęcia wód termalnych w miejscowości Moszczenica opracowany został na zlecenie Gminy Moszczenica, ul. Kosowska 1, 97-310 Moszczenica. Inwestor zamierza wystąpić z wnioskiem do Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej o dofinansowanie przedsięwzięcia polegającego na wykonaniu otworu Moszczenica GT-1 w ramach programu pn. „*Udostępnianie wód termalnych w Polsce*”. Niniejszy projekt robót geologicznych stanowił będzie załącznik do ww. wniosku. Zgodnie z przewidywaniami Inwestora ujęta woda wykorzystana zostanie przede wszystkim do celów ciepłowniczych.

Możliwość pozyskania wód termalnych w rejonie Moszczenicy została potwierdzona m.in. przez fakt stwierdzenia występowania tych wód w kilku głębokich otworach wiertniczych zlokalizowanych w sąsiedztwie rejonu projektowanych robót geologicznych, w obrębie utworów kredowych i jurajskich, będących głównymi kolektorami wód termalnych na niżu polskim. Możliwość pozyskania wód termalnych w rejonie projektowanych robót geologicznych przedstawiona została również w opracowaniu wykonanym przez Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk w Pracowni Odnawialnych Źródeł Energii pn. „*Badania naukowe i ocena występowania oraz możliwości zagospodarowania energii geotermalnej przy wsparciu innych OZE w kontekście zrównoważonego rozwoju gmin powiatu piotrkowskiego*” (Bujakowski i zespół., 2014), w którym potencjał energetyczny gminy Moszczenica został oceniony najwyżej.

Z uwagi na planowane pozyskania wód do celów energetycznych (ciepłownictwo) jako perspektywiczny, z uwagi na temperaturę oraz spodziewane wydajności, wytypowano zbiornik dolnej jury. Nie wyklucza to wykorzystania ujętych wód również do innych celów (rekreacja, balneoterapia).

Wstępne rozpoznanie warunków geologicznych w rejonie Moszczenicy potwierdza występowanie wód termalnych w zbiorniku jury dolnej. Biorąc pod uwagę warunki geologiczne, z uwagi na położenie gminy Moszczenica w północnej części powiatu piotrkowskiego gdzie warunki geotermalne i przewidywana miąższość utworów jury dolnej jest największa stwarza to najdogodniejsze warunki do uzyskania pozytywnego celu geologicznego. Przewiduje się ujęcie projektowanym otworem Moszczenica GT-1 wód termalnych o temperaturze na wypływie ok. 70°C przy wydajności eksploatacyjnej otworu ok. 200 m³/h i mineralizacji poniżej 100 g/dm³.

2. Zakres rzeczowy zadania

Celem projektowanych robót jest poszukiwanie i rozpoznanie wód termalnych w utworach dolnej jury oraz wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Moszczenica GT-1 w miejscowości Moszczenica. Szczegółowe rozpoznanie warunków geologicznych w tym rozpoznanie występowania i wykształcenia utworów wodonośnych, określenie parametrów hydrogeologicznych, perspektywicznych horyzontów wodonośnych oraz mineralizacji, wydajności i temperatury wód w utworach jury dolnej oraz określenie potencjału geotermalnego w rejonie projektowanego otworu będzie możliwe po wykonaniu prac przedstawionych w niniejszym projekcie. Podstawowym celem prac sformułowanym przez Inwestora jest uzyskanie wody termalnej dla celów ciepłowniczych w zakładanej ilości ok. 200 m³/h i o temperaturze na wypływie ok. 70°C. W przypadku uzyskania niezadawalającej ilości wody Inwestor przeprowadzi dogłębną analizę ekonomiczną i na jej podstawie podejmie decyzję o ewentualnym zagospodarowaniu ujętej wody termalnej lub o likwidacji otworu. Inwestor dopuszcza również możliwość, w przypadku ujęcia niewielkiej ilości wody termalnej, wykorzystanie jej np. w celach rekreacyjnych oraz balneoterapeutycznych.

Projekt przewiduje odwiercenie pionowego otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Moszczenica GT-1 do projektowanej głębokości 2660 m ($\pm 10\%$). Otwór w założeniu winien wejść w strop utworów jury dolnej na głębokości ok 2440 m.

Niniejszy projekt wykonano zgodnie zapisami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w *sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji* (Dz. U. Nr 288, poz. 1696, z późn. zm.), z jednoczesnym uwzględnieniem rekomendacji i zaleceń dotyczących projektowania robót geologicznych w celu udostępnienia wód termalnych w Polsce określonych dla przedsięwzięć ubiegających się o dofinansowanie ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Otwór wykonany zostanie na działce ewid. nr 640/55 obręb 0018 Moszczenica w miejscowości Moszczenica, w gminie Moszczenica, w powiecie piotrkowskim województwa łódzkiego. Działka stanowi własność Skarbu Państwa, natomiast Inwestor tj. Gmina Moszczenica z siedzibą przy ul. Kosowskiej 1, 97-310 Moszczenica posiada prawo do użytkowania wieczystego ww. nieruchomości (zał. 8). Lokalizacja otworu podyktowana jest głównie możliwością odbioru wyprodukowanej energii cieplnej przez zlokalizowanych w pobliżu dużych odbiorców (rozdz. 8.1).

Dla obszaru projektowanych robót geologicznych (działka ewid. nr 640/55) nie obowiązuje aktualnie miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego. Zgodnie z obowiązującymi ustaleniami zmiany *Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Moszczenica*, zatwierdzonego uchwałą Nr LV/432/2022 Rady Gminy Moszczenica z dnia 27 stycznia 2022 r. ww. działka znajduje się w obszarze Moszczenickich Terenów Inwestycyjnych (MTI) o przeznaczeniu terenów pod zabudowę usługową o symbolu U.

Z przeprowadzonych robót i badań geologicznych zostanie sporządzona dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wód termalnych z utworów jury dolnej ujętych projektowanym otworem Moszczenica GT-1.

Ze względu na przewidywany wydłużony okres pozyskania środków na realizację inwestycji wnioskuje się o zatwierdzenie niniejszego projektu na okres 5 lat zgodnie z obowiązującą ustawą z dnia 9 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. z 2022 r., poz. 1072 - tekst jednolity z późn. zm).

3. Lokalizacja otworu wraz z opisem i charakterystyką zagospodarowania terenu oraz obiektów i obszarów chronionych

3.1. Położenie administracyjne i geograficzne

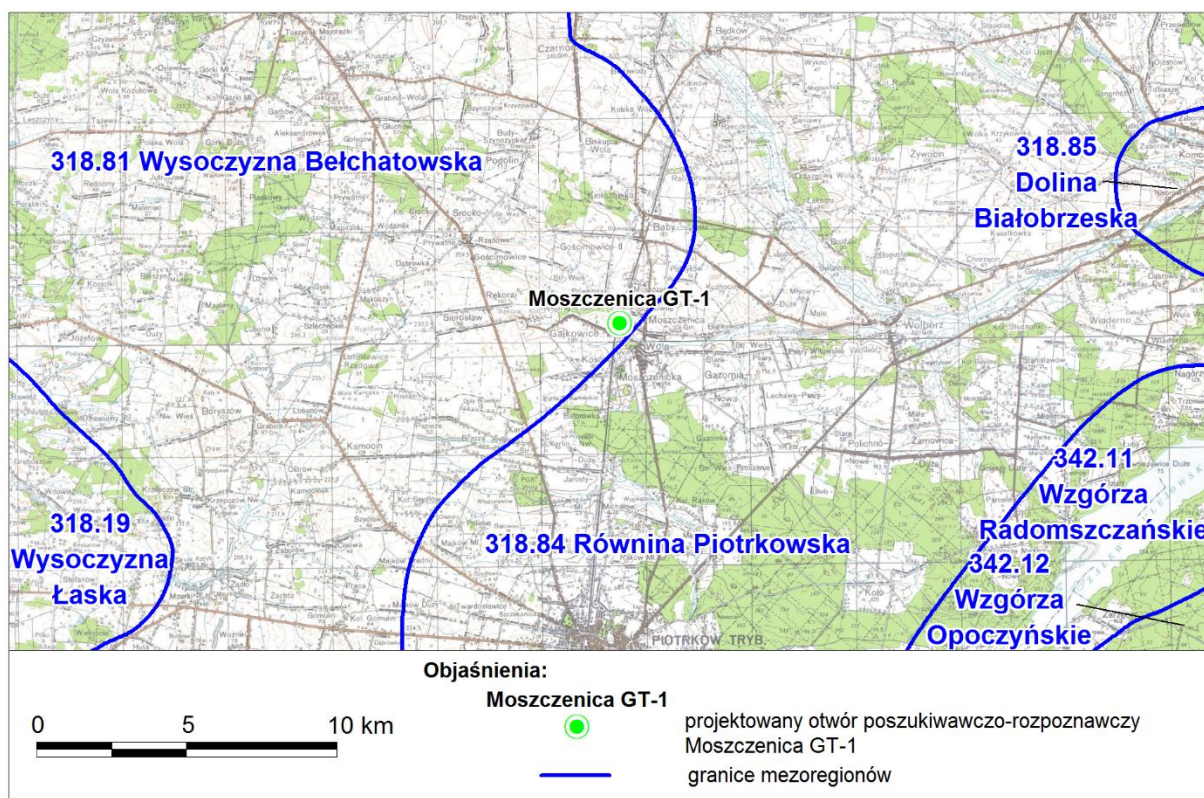
Prace i roboty geologiczne przeprowadzone zostaną na działce ewid. nr 640/55 obr. 0018 Moszczenica w miejscowości Moszczenica. Administracyjnie jest to obszar gminy Moszczenica, powiat piotrkowski, województwo łódzkie Moszczenica wraz ze ściśle z nią sąsiadującymi miejscowościami: Wola Moszczenicka, Kosów i Gajkowice (wzajemnie się przenikającymi) połączonymi wspólną infrastrukturą drogową, wodociągową, administracyjną i telekomunikacyjną tworzy poprzez zwartą zabudowę swoistą aglomerację, która łącznie zamieszkuje ponad 5 500 osób.

Jako gmina Moszczenica posiada jedną z najlepszych lokalizacji komunikacyjnych w kraju. Przez gminę przebiegają cztery ważne szlaki drogowe: A1, S8, DK 12 i 91 oraz linia kolejowa nr 1 łącząca Warszawę i Katowice. Gmina Moszczenica zajmuje obszar 111,5 km² i leży na północ od Piotrkowa Trybunalskiego.

Pod względem fizyczno-geograficznym teren robót geologicznych leży w zachodniej części makroregionu zwanego Wzniesieniami Południowomazowieckimi, podprovincji Nizin Środkowopolskich, prowincji Niżu Środkowoeuropejskiego, megaregionu Pozaalpejskiej

Europy Środkowej (Kondracki, 1998). Wzniesienia Południowomazowieckie stanowią region przejściowy od Nizin Środkowopolskich do Wyżyny Małopolskiej. W okolicach Piotrkowa, Łodzi i Rawy Mazowieckiej wysokości nad poziomem morza przekraczają 200 m, a nawet 250 m. Dzięki znacznym wysokościom bezwzględnym panuje tutaj klimat nieco wilgotniejszy i chłodniejszy od pozostałych nizin polskich, co pozwoliło na wyodrębnienie łódzkiej dzielnicy klimatycznej. Makroregion ten obejmuje około 10,5 tys. km i dzieli się na 6 mezoregionów: Wysoczyznę Bełchatowską, Wzniesienia Łódzkie, Wysoczyznę Rawską, Równinę Piotrkowską, Dolinę Białobrzeską i Równinę Radomską (rys. 1). Projektowane prace leżą w obrębie Wysoczyzny Bełchatowskiej.

Wysoczyzna Bełchatowska (318.81) ma położenie wododziałowe między dorzecziami Warty i Pilicy. Zaliczona ją do Wzniesień Południowomazowieckich, choć nie leży w obrębie historycznego Mazowsza i zajmuje powierzchnię ok 1560 km². Ośią wysoczyzny jest ukierunkowane z północy na południe pasmo ostańcowych wzgórz żwirowych, związanych z maksymalnym zasięgiem zlodowacenia warciańskiego. Przekraczają one wysokość 200 m (na południe od Tuszyna 289 m, na wschód od Bełchatowa 276 m) (Kondracki, 1998).



Rys. 1. Położenie projektowanego otworu Moszczenica GT-1 na tle regionów fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego i A. Richlinga

ŹRÓDŁO: Kondracki, 1998; opracowanie własne

Projektowany otwór Moszczenica GT-1 zlokalizowany zostanie w obrębie nieruchomości gruntowej nr 640/55 obręb 0018 Moszczenica. Właścicielem nieruchomości jest Skarb Państwa, natomiast Inwestor tj. Gmina Moszczenica posiada prawo do użytkowania wieczystego ww. nieruchomości (zał. 8). Otwór zlokalizowano z uwzględnieniem istniejącej infrastruktury naziemnej i podziemnej. Przed ostateczną lokalizacją otworu należy uwzględnić aktualny przebieg infrastruktury technicznej w obrębie ww. nieruchomości gruntowej. W odległości ok. 60 m na zachód od projektowanego otworu przebiega linia kolejowa nr 1 łącząca Warszawę i Katowice. W odległości około 6,8 km na zachód od projektowanego otworu Moszczenica GT-1 zlokalizowana jest autostrada A1 o przebiegu N-S. Lokalizacja projektowanego otworu Moszczenica GT-1 przedstawiona została na załącznikach graficznych nr 1, 2, 3, 4 oraz 7.

3.2. Stan środowiska

W skład gminy Moszczenica wchodzi 23 sołectwa: Białkowice, Raków, Michałów, Jarosty, Karlin, Kosów, Rękoraj, Pomyków, Sierosław, Srock, Kiełczówka, Baby, Powężyny, Gajkowice, Gościmowice Pierwsze, Gościmowice Drugie, Podolin, Raciborowice, Moszczenica Osiedle, Moszczenica Wola, Gazomia Stara, Gazomia Nowa, Moszczenica. Gmina obecnie przeobraża się z charakteru rolniczego w gminę o charakterze rolniczo-przemysłowym o czym świadczą liczne przyznane tytuły i wyróżnienia z czego najważniejsze to tytuł „Najbardziej Innowacyjna Gmina w Polsce” (tytuł nadany Gminie w roku 2011 przez Rzeczpospolitą) oraz wyróżnienia: **Polska Nagroda Inteligentnego Rozwoju 2017, Polska Nagroda Inteligentnego Rozwoju 2018**. O dynamicznym i innowacyjnym charakterze samorządu świadczy fakt, że Gmina podpisała umowę z Wojewodą Łódzkim Panem Tobiaszem Bocheńskim o utworzeniu Lokalnego Centrum Kompetencji w Moszczenicy na bazie Konsorcjum samorządów Gmina Bliżej Mieszkańców: Moszczenicy, Ujazdu, Będkowa, Czarnocina, Lelowa, Starostw Powiatowych Ostrowa Wielkopolskiego oraz Piotrkowskiego. Nawiązana współpraca z Łódzkim Urzędem Wojewódzkim przynosi ogromne korzyści dla całej Polski. Obecnie po prawie roku współpracy Konsorcjum, którego liderem jest Moszczenica z ŁUW i NASK, wspólnie podejmowane są inicjatywy, których beneficjentami są JST w skali kraju, czego przykładem mogą być systemy stworzone przez programistów Lokalnego Centrum Kompetencji i uruchomione w chmurze w Centrum Przetwarzania Danych Gminy Moszczenica dla kilku województw.

Celem utworzenia sieci Natura 2000 jest zachowanie różnorodności biologicznej na terytorium państw członkowskich Unii Europejskiej poprzez ochronę siedlisk

przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory. Podstawami prawnymi do tworzenia są dyrektywa o ochronie siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory zwana Dyrektywą Siedliskową oraz dyrektywa w sprawie ochrony dzikich ptaków, zwana Dyrektywą Ptasią. Zgodnie z aktualnie obowiązującym rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 12 stycznia 2011 r. w sprawie *obszarów specjalnej ochrony ptaków* (Dz. U. z 2011 r. Nr 25, poz. 133 z późn. zm.) w rejonie Moszczenicy nie zostały wyznaczone obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO). Również zgodnie z aktualnie obowiązującym obwieszczeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2014 r. w sprawie *ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie siedlisk przyrodniczych, oraz gatunków będących przedmiotem zainteresowania Wspólnoty, a także kryteriów wyboru obszarów kwalifikujących się do uznania lub wyznaczenia jako obszary Natura 2000* (Dz. U. z 2014 r. poz. 1713) nie wyznaczono specjalnych obszarów ochronnych siedlisk (SOO).

Teren nieruchomości gruntowej nr 640/55 obręb 0018 Moszczenica, na której zlokalizowany zostanie otwór Moszczenica GT-1 leży poza granicami obszarów Natura 2000, parków narodowych, parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu czy rezerwatów przyrody. Najbliżej projektowanego otworu Moszczenica GT-1, w odległości ok. 5,8 km w kierunku północno-wschodnim przebiega granica Obszaru Chronionego Krajobrazu Doliny Wolbórki. W odległości ok. 5,9 km w kierunku południowo-wschodnim zlokalizowany jest rezerwat przyrody o nazwie Dęby w Meszczach, a w odległości ok. 8,4 km w tym samym kierunku znajduje się rezerwat przyrody Meszcze. W odległości ok. 7,4 km w kierunku południowo-wschodnim przebiega granica Sulejowskiego Parku Krajobrazowego.

Położenie otworu Moszczenica GT-1 w stosunku do obszarów chronionych pokazano na mapie geosrodowiskowej (zał. 4).

3.3. Zagospodarowanie terenu

Projektowany otwór wykonany zostanie w granicach nieruchomości gruntowej nr 640/55 obręb 0018 Moszczenica o powierzchni 2,594 ha, nieopodal rzeki Moszczanka. Właścicielem działki jest Skarb Państwa, natomiast Inwestor tj. Gmina Moszczenica z siedzibą przy ul. Kosowskiej 1, 97-310 Moszczenica. posiada prawo do użytkowania wieczystego tej nieruchomości. W bezpośrednim sąsiedztwie projektowanego otworu Moszczenica GT-1 nie ma zabudowy mieszkaniowej.

Teren działki nr 640/55 jest aktualnie niezabudowany i niezagospodarowany, pokryty glebami IV klasy. Na powierzchni działki składają się tereny przemysłowe o powierzchni 0,1760 ha oraz łąki trwałe o powierzchni 0,8748 ha. Od strony zachodniej działka dochodzi do

linii kolejowej nr 1 Katowice-Warszawa. Od strony południowej przylega do niej działka 640/56, od strony wschodniej działka o numerze ewid. 640/42. W odległości ok 70 m w kierunku północno-wschodnim od projektowanego otworu Moszczenica GT-1 przepływa rzeka Moszczanka.

3.4 Obszary górnicze w rejonie projektowanych robót

W rejonie gminy Moszczenica istnieją jedynie małe zakłady górnicze eksploatujące kopaliny pospolite piaski i żwiry i surowce ilaste ceramiki budowlanej (zał. 4). Najbliżej rejonu projektowanych robót zlokalizowany jest Obszar Górniczy Baby w odległości ok. 2 km na północ i Obszar Górniczy Moszczenica w odległości ok. 2,4 km na południe. Ww. obszary górnicze utworzono dla surowców ilastych ceramiki budowlanej. Przyszła eksploatacja wód termalnych w rejonie projektowanych robót nie koliduje z innymi przedsięwzięciami związanymi z eksploatacją kopalni.

4. Stopień rozpoznania warunków hydrogeologicznych, hydrogeochemicznych i zasobów wód podziemnych, omówienie wyników przeprowadzonych wcześniej robót geologicznych i badań geofizycznych, wraz z wykazem wykorzystanych geologicznych materiałów archiwalnych

4.1. Rozpoznanie budowy geologicznej

Dotychczas w pobliżu miejscowości Moszczenica nie wykonano żadnego głębokiego otworu wiertniczego. Dane dotyczące budowy niecki mogileńsko-lódzkiej na omawianym obszarze pochodzą z otworów wiertniczych, znajdujących się w odległości powyżej 6,5 km od miejsca projektowanych robót geologicznych – rys. 2. Podstawowe dane otworów, które dostarczyły danych do sporządzenia niniejszego projektu, zamieszczono w tabeli 1.

Najstarszymi utworami nawierconymi w rejonie projektowanych robót są utwory triasu górnego – górne warstwy gipsowe kajpru. Zalegają na nich mułowcowo-ilaste osady noryku. Powyżej triasu stwierdzono występowanie miąższych serii osadowych jury oraz kredy. Podłoże mezozoiczne okrywa ciągła pokrywa utworów kenozoicznych.

Tabela 1. Podstawowe dane głębokich otworów wiertniczych w rejonie gminy Moszczenica

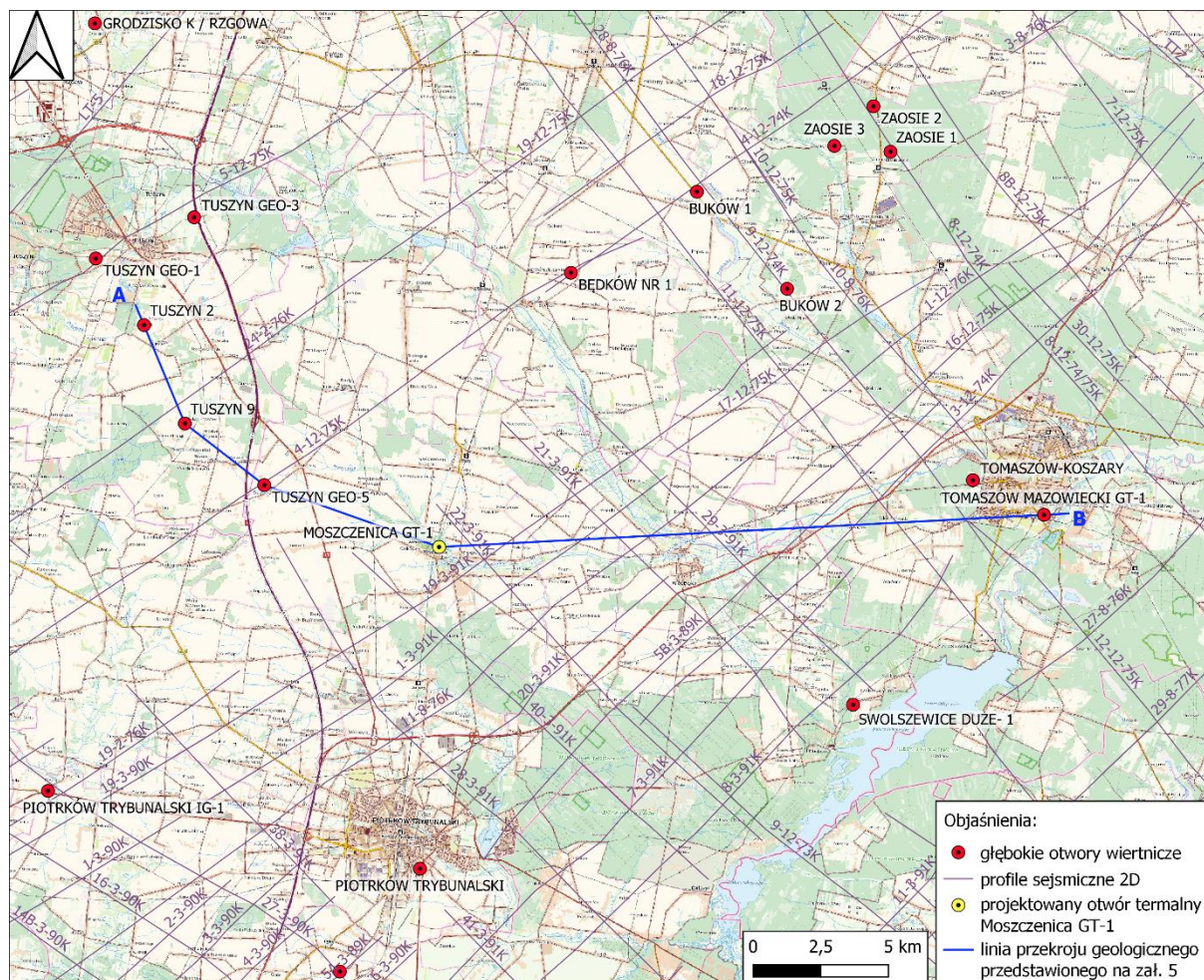
Źródło danych: <https://otworywiertnicze.pgi.gov.pl>; dostęp: maj 2022.

| Nazwa otworu | Zakończenie wiercenia | Głębokość [m] | Cel wiercenia | Stratygrafia na dnie |
|---------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Tuszyn GEO-5 | 1962 | 1202,2 | Badawczy | Jura górna (kimeryd górny) |
| Tuszyn 9 | 1968 | 3206,8 | Badawczy | Trias górny |
| Tuszyn 2 | 1964 | 2613 | Badawczy | Trias górny |
| Tuszyn GEO-3 | 1961 | 1200 | Złożowy | Jura górna (kimeryd górny) |
| Tomaszów Mazowiecki GT-1 | 2019 | 1672 | Hydrogeologiczny (otwór termalny) | Trias górny |
| Piotrków Trybunalski IG-1 | 1982 | 4849 | Złożowy | Perm górny |

4.2 Badania geofizyczne

Prace geofizyczne prowadzone metodami sejsmicznymi w rejonie gminy Moszczenica zostały zapoczątkowane w latach 70-tych XX wieku. Miały one na celu rozpoznanie budowy utworów permskich i mezozoicznych w niecce mogileńsko-łódzkiej oraz występowania w nich struktur związanych z występowaniem węglowodorów. Wyniki badań sejsmicznych zostały poddane reinterpretacji mającej na celu wykorzystanie wybranych, nowoczesnie przetworzonych profili sejsmicznych do śledzenia budowy wglębnej kompleksu permo-mezozoicznego oraz w miarę możliwości uzyskanie informacji o budowie kompleksów starszych. Dokumentacja prac reprocessingowych („Opracowanie wyników prac interpretacyjnych dla tematu Polska Centralna Blok-A, rejon: Piotrków Trybunalski-Rawa Mazowiecka, interpretacja materiałów reprocesowanych dla AMOCO”) obejmuje 137 reinterpretowanych profili sejsmicznych po reprocessingu o łącznej długości 2589,24 km. Korelację przeprowadzono dla jedenastu granic sejsmicznych: K1-przyspągowa część kredy, J2 str – przystropowa część doggeru, Jsp – spąg utworów jury, Tk – granica środkajprowa, Tm – strop wapienia muszlowego, Tp3 – strop górnego pstrego piaskowca, P2 – przystropowa część cachsztynu, Z3 – kontakt soli młodszych Na3 i anhydrytu głównego A3, Z2/Z1 – granica między cyklotemami Z2 i Z1, P1-strop czerwonego spągowca, Cstr – umowna granica ze stropu karbonu. Wyniki badań wskazały interesujące rejony z obiektami mającymi znaczenie perspektywne dla poszukiwań bituminów. Potwierdzono tymi badaniami struktury i podniesienia zlokalizowane wcześniejszymi badaniami. Wyniki prac zostały przedstawione na mapach wykonanych w wersji czasowej i czasowych przekrojach sejsmicznych (źródło <http://dokumenty.pgi.gov.pl/>; dostęp: maj 2022).

Przebieg profili sejsmicznych w rejonie gminy Moszczenica pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Lokalizacja głębokich otworów wiertniczych oraz przebieg profili sejsmicznych 2D w rejonie projektowanych robót

ŹRÓDŁO: mapa topograficzna BDOT10k - <https://www.geoportal.gov.pl/>; dostęp maj 2022; lokalizacja otworów wiertniczych oraz przebieg profili sejsmicznych: <https://dm.pgi.gov.pl/>, dostęp: maj 2022.

5. Uwarunkowania geomorfologiczne, klimatyczne i hydrograficzne

Pod względem fizyczno-geograficznym teren robót geologicznych leży w zachodniej części makroregionu zwanego Wzniesieniami Południowomazowieckimi, podprovincji Nizin Środkowopolskich, prowincji Niżu Środkowoeuropejskiego, megaregionu Pozaalpejskiej Europy Środkowej (Kondracki, 1998). Wzniesienia Południowomazowieckie stanowi region przejściowy od Nizin Środkowopolskich do Wyżyny Małopolskiej. W okolicach Piotrkowa, Łodzi i Rawy Mazowieckiej wysokości nad poziomem morza przekraczają 200 m, a nawet 250 m. Wzniesienia Południowomazowieckie są zbudowane z gliny zwałowej lub piasków lodowcowo-rzecznych, podobnie jak cały Niż Środkowoeuropejski. Wzniesienia znajdują się częściowo w brzeżnej strefie zlodowacenia warciańskiego. Dzięki znacznym wysokościom

bezwzględny panuje tutaj klimat nieco wilgotniejszy i chłodniejszy od pozostałych nizin polskich, co pozwoliło na wyodrębnienie łódzkiej dzielnicy klimatycznej. Makroregion ten obejmuje około 10,5 tys. km i dzieli się na 6 mezoregionów: Wysoczyznę Bełchatowską, Wzniesienia Łódzkie, Wysoczyznę Rawską, Równinę Piotrkowską, Dolinę Białobrzeską i Równinę Radomską (rys. 1). Projektowane prace leżą w obrębie Wysoczyzny Bełchatowskiej.

Wysoczyzna Bełchatowska (318.81) ma położenie wododziałowe między dorzeciami Warty i Pilicy. Zaliczono ją do Wzniesień Południowomazowieckich, choć nie leży w obrębie historycznego Mazowsza i zajmuje powierzchnię ok 1560 km². Ośią wysoczyzny jest ukierunkowane z północy na południe pasmo ostańcowych wzgórz żwirowych, związanych z maksymalnym zasięgiem zlodowacenia warciańskiego. Przekraczają one wysokość 200 m (na południe od Tuszyna 289 m, na wschód od Bełchatowa 276 m) (Kondracki, 1998).

Teren projektowanych robót charakteryzuje się typową dla obszarów Polski przejściowością klimatu. Przeważają zachodnie i południowo-zachodnie kierunki wiatrów, a rozkład temperatur jest typowy dla całego nizinnego obszaru Polski. Suma opadów rocznych wynosi około 644 mm, a najwyższe opady przypadają na miesiące letnie. Zróżnicowana jest prędkość wiatru, średnie roczne wartości nawiązują bowiem do prędkości charakterystycznych do obszarów Polski i wynoszą od 2,2 m/s. Średnia temperatura roczna osiąga 7,7 stopnia Celsjusza. Zasadnicze znaczenie dla praktyki gospodarczej posiada długość okresu wegetacyjnego, który trwa 213 dni. Rozpoczyna się średnio 5 kwietnia i trwa do 4 listopada. Lokalne warunki klimatyczne można scharakteryzować jako dobre. Na terenie dominują gleby brunatne, poza tym występują gleby bielcowe, skrytobielcowe i hydromorficzne. Zalicza się je do gleb klas bonitacyjnych III, IV. Uprawia się głównie pszenicę, jęczmień i rzepak, hoduje się trzodę chlewną. Rolnictwo skupia się wokół małych gospodarstw wydzielonych z dawnych majątków szlacheckich (Gąsior i in, 2008)

Hydrograficznie teren ten należy do zlewni Moszczanka Właściwa (IV rzędu), która jest rzeką o charakterze potoku nizinnego piaszczystego a po połączeniu z rzeką Wolbórką stanowi prawobrzeżny dopływ rzeki Pilica. Otwór Moszczenica GT-1 zaprojektowany został na prawym brzegu Moszczanki, w odległości około 70 m od rzeki.

6. Budowa geologiczna, warunki hydrogeologiczne i geotermalne oraz przewidywany profil geologiczny projektowanego otworu wiertniczego

6.1. Budowa geologiczna

Projektowane wiercenie prowadzone będzie w południowej części niecki mogileńsko-łódzkiej – jednostce geologicznej w środkowej Polsce, wypełnionej osadami górnej kredy.

6.1.1. Stratygrafia

TRIAS

TRIAS GÓRNY

Noryk

Warstwy zbąszyneckie

Utwory najwyższego triasu reprezentują typową asocjację osadów czerwonych, a więc powstałych w klimacie gorącym i suchym środowisk ogólnie kontynentalnych (Pieńkowski, 1988). Najbliżej Moszczenicy zostały one stwierdzone w otworze Tuszyn 9, gdzie stanowią bezpośrednie podłoże utworów jurajskich. Warstwy te wykształcone są jako mułowce i iłowce o barwach brunatnoczerwonych, zielonkawoszarych i ciemnoszarych z rzadkimi wkładkami piaszczystymi (Urban, Wandas, 1969). Utwory mogą mieć teksturę gruzłową, często zlepieńcowatą – mogą przechodzić w zlepienie iłowe (Piotrowski i Piotrowska, 2004b). Na podstawie dostępnych danych archiwalnych określono projektowaną głębokość występowania stropu utworów triasowych w otworze Moszczenica GT-1 na 2640 m p.p.t. co odpowiada rzędnej około –2450 m n.p.m.

JURA

JURA DOLNA

Utwory jury dolnej w najbliższych otworach archiwalnych nawiercono na głębokości 2265 m (Tuszyn 2) i 2382 m (Tuszyn 9). Rzędne stropu wynoszą odpowiednio: –2027 m n.p.m. oraz –2142 m n.p.m. W profilu projektowanego wiercenia strop osadów jury dolnej jest spodziewany na głębokości 2440 m p.p.t., tj. na rzędnej –2250 m n.p.m. W profilu liasu występują osady od pliensbachu po toark górny o miąższości od 131 do 166 m.

Pliensbach

Formacja z Drzewicy

Stwierdzona w otworach miąższość osadów pliensbachu w rejonie Moszczenicy wynosi od 83 (Tuszyn 9) do 89 m (Tuszyn 2). Na podstawie rdzeni wiertniczych pobranych z obu otworów można stwierdzić, że profil tego odcinka liasu budują głównie piaskowce białawoszare i jasnoszare, drobno- i bardzo drobnoziarniste, o spoiwie ilastym, dość zwarte, twarde, ze szczątkami roślin, miejscami gęsto laminowane ciemnoszarym materiałem ilastym z pelitem muskowitowym. Piaskowce są przewarstwiane ciemnoszarymi iłowcami z piaszczystą laminacją (źródło: <http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl/>; dostęp: maj 2022). Osady te prawdopodobnie reprezentują profil formacji z Drzewicy. Tworzyły się w strefie przybrzeżnej morza – w deltach, lagunach i na mierzejach (Pieńkowski, 2004).

Toark dolny

Formacja z Ciechocinka

Formacja z Ciechocinka występuje na obszarze niemal całego epikontynentalnego basenu polskiego. Formację tworzą osady powstałe w środowisku brakiczno-morskim, podczas transgresji morskiej we wczesnym toarku, gdy następowało pogłębianie się basenu sedymentacyjnego. W początkowej fazie sedymentacji, gdy basen był stosunkowo głęboki, powstawały zielonoszare i szare mułowce, iłowce i heterolity. Następnie basen uległ spłyceniu, najprawdopodobniej z powodu zwiększonej dostawy materiału terygenicznego. Tworzyły się wówczas laguny i delty, w których powstawały zielonoszare, czerwonoszare i brązowoszare ily z przeławiczeniami piasków (Kawecka, 2020).

W profilu otworu Tuszyn 9 utwory formacji ciechocińskiej zostały opisane jako iłowce i mułowce ciemnoszare, zielonkawo-szare i czarne oraz piaskowce jasnoszare, drobnoziarniste (próbki okruchowe). Dodatkowo z utworów tych pobrano dwa rdzenie o łącznej długości 4,8 m. W materiale rdzeniowym stwierdzono występowanie:

- piaskowców jasnoszarych, bardzo drobnoziarnistych, zbitych i twardych, o spoiwie krzemionkowo-ilastym, z wkładkami o grubości 1-2 cm iłowców czarnych, mikowych,
- iłowców i mułowców ciemnoszarych oraz zielonkawoszarych z licznymi blaszkami muskowitu oraz zwęglonymi szczątkami roślin (Urban, Wandas, 1969).

Miąższość utworów formacji z Ciechocinka w sąsiednich otworach wynosi od 52,5 do 61 m. Strop utworów formacji jest zerodowany, powyżej zalegają gruboklastyczne fluwialne osady formacji z Borucic (Kawecka, 2020).

Toark górny

Formacja z Borucic

W ujęciu regionalnym dominującymi litofacjami w profilu tej formacji są piaskowce średnio- i gruboziarniste, podrzędnie drobnoziarniste, z warstwowaniem przekątnym. Rzadko występują mułowce. Powszechne są szczątki flory. Osady te tworzyły się w środowisku rzeczonym (Pieńkowski, 2004).

W otworów Tuszyn 2 i Tuszyn 9 z omawianych warstw pobrano łącznie ponad 6 m rdzenia wiertniczego, w którym dominują piaskowce bardzo drobnoziarniste o barwie jasnoszarej i szarej, twarde i zwarte, miejscami z ciemnymi przemazami oraz laminami ilastymi.

Mięszkość formacji z Borucic, stwierdzona w otworach między Tuszynem a Moszczenicą, wynosi około 25 m.

Przewidywana łączna mięszkość utworów jury dolnej w otworze Moszczenica GT-1 wynosi 200 m.

JURA ŚRODKOWA

Utwory jury środkowej o mięszkości od 479,5 (Tuszyn 9) do 489 m (Tuszyn 2) zostały nawiercone na głębokości odpowiednio 1902,5 m (rzędna -1662,5 m n.p.m.) i 1776 m (-1538 m n.p.m.).

Aalen - bajos

Seria piaskowców, mułowców i łuwców o mięszkości od 381 (Tuszyn 9) do 392 m (Tuszyn 2). W otworach archiwalnych występują:

- Piaskowce, jasnoszare, drobno-, rzadko średnioziarniste, twarde, zwarte, z blaszkami muskowitu oraz czarnymi smugami ilastymi. W szkieletzie ziarnowym występuje także glaukonit, nadając niekiedy skale barwę szaro-zieloną. Piaskowce są przewarstwiane ciemnoszarymi, brunatnymi i czarnymi mułowcami oraz mułowcami sydereitycznymi, często z laminami i soczewkami jasnoszarego piaskowca. W osadach tych pospolicie występują wkładki, laminy oraz konkrecje sydereytu,
- Piaskowce, jasnoszare, mułowcowe, pelityczne i drobnoziarniste, twarde, zwarte, smugowane i laminowane ciemnoszarym materiałem ilastym z dużą ilością muskowitu,
- Łowce i mułowce ciemnoszare i czarne, z licznym pelitem muskowitu na powierzchniach oddzielności oraz skupieniami pirytu, smugowane i laminowane pelitowym i drobnoziarnistym piaskowcem. W utworach tych stwierdzono obecność fauny małży.

Baton

Mięszkość utworów batonu w otworach wiertniczych w rejonie Tuszyna – Moszczenicy wynosi od 76 (Tuszyn 2) do 81 m (Tuszyn 9). W rdzeniach wiertniczych pobranych z utworów batonu w otworze Tuszyn 9 wyróżniono:

- Piaskowce brunatnoszare, bardzo drobnoziarniste, twarde, zbite, szkliste, o spoiwie wapnistym z licznymi, nieregularnymi przekładkami, okruchami i toczeńcami szarych wapieni zapiaszczonych, o średnicy od kilku do kilkunastu cm (stropowa część batonu),
- Mułowce ciemnoszare, prawie czarne, twarde, zwarte, miejscami silnie zapiaszczone, mikowe, słabo wapniste, z licznymi skupieniami pirytu oraz fragmentami fauny małżów,
- Piaskowce jasnoszare z odcieniem zielonkawym, różnoziarniste, wapniste, lokalnie zailone, z bardzo licznymi szczątkami fauny.

Kelowej

Mięszkość utworów kelowej waha się od 17,5 m w otworze Tuszyn 9 do 21 m w otworze Tuszyn 2. W rdzeniach pobranych z otworu Tuszyn 9 stwierdzono piaskowce jasnoszare, drobnoziarniste, miejscami o spoiwie dolomitycznym, twarde, zbite, zlewne, spękanne, o szczelinach wypełnionych dolomitom.

Profil kelowej kończy tzw. warstwa bulasta. Jest to warstwa od kilku do kilkudziesięciu centymetrów grubości, obejmująca skondensowane poziomy późnego kelowej.

JURA GÓRNA

Utwory jury górnej leżą w ciągłości sedymentacyjnej na osadach jury środkowej. Początkowo osadzają się płytkowodne utwory węglanowe oksfordu. W kimerydzie dolnym tworzą się wapienie margliste i margle, po których następuje sedymentacja marglisto-iłowcowa otwartego basenu w późnym kimerydzie i wczesnym tytonie.

Oksford

Grupa wapienna A

Utwory oksfordu są wykształcone w facji wapiennej. Są to głównie wapienie płytkowodne, tworzące profil dużej jednostki litostratygraficznej – tzw. grupy wapiennej A (Dembowska, 1979).

W otworze Tuszyn 9 profil górnej jury rozpoczyna się wapieniami dolomitycznymi,

częściowo zapiaszczonymi, z licznymi krzemieniami. Nad nimi leży seria jasnych wapieni, twardych, zbitych, częściowo skrzemionkowanych, z licznymi krzemieniami i pokruszonymi fragmentami gąbek. Utwory przechodzą ku górze w jasnokremowe i jasnoszare wapienie pelitowe, miejscami z licznymi gąbkami oraz wapienie margliste. W wyższych partiach oksfordu występują wapienie rafowe, oolitowe oraz pelitowe. Wśród wapieni zaznaczają się podrzędne wkładki szarych margli.

Mięższość utworów oksfordu jest stosunkowo wyrównana i wynosi od 664 m w otworze Tuszyn 2 do 682,5 m w otworze Tuszyn 9 (źródło: <http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl/>; dostęp: maj 2022). W otworze Tomaszów Mazowiecki GT-1 mięższość oksfordu jest podobna i wynosi około 672 m.

Kimeryd dolny

Formacja wapienno-marglisto-muszlownicowa

Utwory kimerydu dolnego są wykształcone jako szare i popielato-szare wapienie margliste i margle o mięższości od 145 (Tuszyn 9) do 271 m (Tuszyn 2). W utworach tych występują cienkie poziomy muszlownców oraz wapieni detrytowo-muszlownicowych z licznymi szczątkami drobnych skorupek.

Kimeryd górny

„Formacja” łupkowo-marglisto-mułownicowa (pałucka)

Ponad wapienno-marglistymi utworami kimerydu dolnego zalega seria ciemnoszarych margli, margli ilastych i czarnych iłowców marglistych z podrzędnymi wkładkami jaśniejszych wapieni marglistych. Tworzy ona profil nieformalnej jednostki litostratygraficznej, tzw. „formacji” łupkowo-marglisto-mułownicowej (pałuckiej) (Piotrowski i Piotrowska, 2004b). W rdzeniach pobranych z otworu Tuszyn 9 stwierdzono w tych utworach obecność licznej fauny małży, amonitów, ostryg i ramienionogów. Utwory kimerydu górnego zostały stwierdzone jedynie w otworze Tuszyn 9, gdzie ich mięższość wynosi 121 m. Ich strop jest zerodowany, przykryty osadami dolnej kredy.

Tyton dolny

„Formacja” łupkowo-marglisto-mułownicowa (pałucka) – cd.

Utwory tytonu dolnego stwierdzono jedynie w otworze Tuszyn GEO-5 gdzie ich mięższość wynosi 69,5 m (strop jest zerodowany i przykryty osadami kredy dolnej). Profil tytonu budują tu ciemnoszare margle oraz czarne iłowce margliste „formacji” pałuckiej.

Przewiduje się, że łączna miąższość utworów jury górnej w otworze Moszczenica GT-1 wyniesie w przybliżeniu 1150 m.

KREDA

KREDA DOLNA

Walanżyn dolny

Formacja rogoźniańska i bodzanowska

Sedymencję utworów kredy dolnej na omawianym obszarze rozpoczynają osady walanżynu dolnego, składające się na profil dwóch formacji – rogoźniańskiej i bodzanowskiej. Łączna miąższość osadów tego wieku w sąsiednich otworach waha się od 4 do 14 m.

W ujęciu regionalnym profil formacji rogoźniańskiej jest zdominowany przez płytkomorskie osady węglanowe, piaszczysto-węglanowe oraz ilasto-mułowcowo-piaszczyste (Piotrowski i Piotrowska, 2004a).

Formację bodzanowską budują głównie piaskowce drobno- i bardzo drobnoziarniste oraz łupki ilasto-piaszczyste i mułowcowe. W piaskowcach licznie występują laminy, smugi i klasty ilaste oraz warstewki ze szczątkami zwęglonych roślin i pirytem. W warstwach ilasto-mułowcowych lokalnie występują sferosyderyty, oolity szamozytowe i getytowe, warstewki piryty oraz struktury bioturbacyjne (Piotrowski i Piotrowska, 2004a).

Walanżyn górny – hoteryw

Formacja włocławska

W ujęciu regionalnym formacja włocławska stanowi kompleks osadów iłowcowo-mułowcowych, typowo morskich, o barwach ciemnoszarych, z wkładkami piaskowców i mułowców piaszczystych (Piotrowski i Piotrowska, 2004a).

Z utworów formacji włocławskiej w otworze Tuszyn 9 pobrano rdzeń o długości 3,5 m, w którym stwierdzono piaskowce mułowcowe, ciemnoszare, miejscami czarne, z bardzo licznymi, brunatno-czarnymi warstewkami i przemazami ilastymi z licznym pelitem muskowitowym oraz ciemne iłowce z piaszczystą laminacją. W osadach zaobserwowano liczne zaburzenia sedymentacyjne (źródło: <http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl/>; dostęp: maj 2022).

Miąższość formacji włocławskiej wynosi od 6,5 (Tuszyn 2) do 12,5 m (Tuszyn GEO-5).

Barrem - alb środkowy

Formacja mogileńska

Kompleks wyższej kredy dolnej od barremu do środkowego albu włącznie jest reprezentowany przeważnie przez utwory piaszczyste tworzące trzy kolejne ogniwa: pagórczańskie (barrem), goplańskie (apt) i kruszwickie (alb dolny i środkowy). Ogniwa tworzą profil formacji mogileńskiej.

Dolne ogniwo pagórczańskie budują piaskowce drobno- i różnoziarniste o spoiwie ilastym, jasnoszare, z przemazami ilasto-węglistymi. Środkowe ogniwo goplańskie wykształcone jest w facji iłowcowo-mułowcowej reprezentowanej przez ciemnoszare iłowce, mułowce i mułowce piaszczyste z piaszczystymi laminami oraz z licznymi ziarnami glaukonitu, pirytu i ze sferosyderytami. Górne ogniwo kruszwickie (najbardziej mięjsze) jest wybitnie piaszczyste z drobnoziarnistymi piaskami i piaskowcami kwarcowymi o spoiwie ilastym, z wkładkami różnoziarnistymi oraz domieszką żwirku. W szkielecie ziarnowym piaskowców miejscami występuje glaukonit (Piotrowski i Piotrowska, 2004a).

W rdzeniu pobranym z otworu Tuszyn 9 w wyższej części ogniwa kruszwickiego występują piaskowce kwarcowe zielonkawo-szare, grubo- i średnioziarniste, z domieszką glaukonitu. Piaskowce są słabozwięzłe, porowate, o skąym spoiwie ilastym, miejscami smugowane substancją ilastą, bezwapniste (źródło: <http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl/>; dostęp: maj 2022).

W dolnych odcinkach ogniwa kruszwickiego w otworze Tuszyn 9 występują mułowce ciemnoszare z piaszczystymi smugami oraz licznym pelitem muskowitzowym, piaskowce mułowcowe, kruche i rozsypliwe, mikowe, piaskowce zielonkawo-szare, kruche i rozsypliwe, glaukonitowe, ze żwirem, lokalnie o bogatym spoiwie ilastym, zawierające skupienia pirytu i zwęglone fragmenty drewna.

W rdzeniach pochodzących z otworu Tuszyn GEO-5, w niższych partiach ogniwa kruszwickiego występują natomiast jasnoszare piaskowce drobnoziarniste oraz czarne mułowce (źródło: <http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl/>; dostęp: maj 2022).

Osady formacji mogileńskiej reprezentują system depozycyjny płytkiego szelfu silikoklastycznego. Były deponowane w płytkim zbiorniku morskim, ale o charakterze ekspansywnym i normalnym zasoleniu (Leszczyński red. i in., 2007 za Marek, 1988 i Marek, Pajchłowa, 1997).

Granica dolna formacji mogileńskiej przebiega w stropie ciemnoszarych, prawie czarnych osadów iłowcowo-mułowcowych formacji włocławskiej. Granicę górną wyznacza strop nienależących już do formacji mogileńskiej osadów marglistych lub piaszczysto-

marglistych z konkrecjami fosforytów oraz z liczną fauną małżów i belemnitów górnolbskich (Piotrowski i Piotrowska, 2004a).

Mięszość formacji mogileńskiej w sąsiednich otworach wynosi od 78 m w otworze Tuszyn 9 do 93,5 m w otworze Tuszyn 2. W rejonie projektowanego wiercenia może ona wynieść 70 – 80 m.

Alb górny

Utwory formacji mogileńskiej przykrywa warstwa osadów transgresywnych powstałych w środowisku pogłębiającego się zbiornika morskiego. Osady te zostały objęte rdzeniowaniem w otworze Tuszyn GEO-3. Z interwału albu górnego (867,5 – 912,5 m) pozyskano łącznie około 28 m rdzenia. Profil jest zbudowany z margli zielonkawo-szarych, ze śladami zniszczonej fauny, w spągu zapiaszczonych. W projektowanym otworze Moszczenica GT-1 przewiduje się około 5 m tych osadów (źródło: <http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl/>; dostęp: maj 2022).

W projektowanym otworze Moszczenica GT-1 zakłada się około 100 m łącznej miąższości utworów kredy dolnej.

KREDA GÓRNA

Cenoman - santon

Sukcesja kredy górnej jest reprezentowana głównie przez osady węglanowe i węglanowo-krzemionkowe (opoki), deponowane w warunkach basenu otwartego szelfu.

Cenoman jest wykształcony typowo dla znacznej części zbiornika niżowego. Dominują tu wapienie zwięzłe, wapienie margliste oraz margle. W rdzeniach pobranych z otworów Tuszyn 9 i Tuszyn GEO-5 występują wapienie i margle białawo-szare z wkładkami wapieni marglistych oraz wapienie margliste o strukturze pelitycznej, z ciemnymi i nieregularnymi plamami. W osadach tych pospolicie występują skorupy inoceramów (źródło: <http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl/>; dostęp: maj 2022).

Osady turonu wykazują trójdzielność litologiczną. Dolną część tworzą margle z przewarstwieniami wapieni marglistych. W spągu turonu występuje charakterystyczna warstwa iłowców lub iłowców marglistych, która może być odpowiednikiem globalnego zdarzenia anoksycznego. Część środkowa składa się z wapieni przewarstwianych marglami. W górnej części turonu następuje zmiana litofacji z wapiennej na opokową (Leszczyński red. i in., 2007).

Osady koniaku są monotonnym kompleksem węglanowo-krzemionkowym, prawdopodobnie złożonym z opok i opok marglistych.

Pod względem litologicznym santon jest bardziej urozmaicony niż koniak. Występują tu opoki i wapienie margliste.

Strop utworów kredy górnej w rejonie planowanego wiercenia zalega przypuszczalnie na głębokości około 60 m p.p.t. Założono, że w profilu otworu Moszczenica GT-1 osady te osiągną miąższość około 760 m.

CZWARTORZĘD

Plejstocen

Pokrywa osadów czwartorzędowych na omawianym obszarze ma przypuszczalnie miąższość około 60 m. Plejstocen jest reprezentowany przez pokłady glin zwałowych z poziomami piasków i żwirów wodnolodowcowych. W dolinie rzeki Moszczanki, przepływającej w pobliżu projektowanego otworu, występują ponadto osady holocenu – torfy, mułki, piaski oraz żwiry rzeczne (Turkowska, Wieczorkowska, 1992).

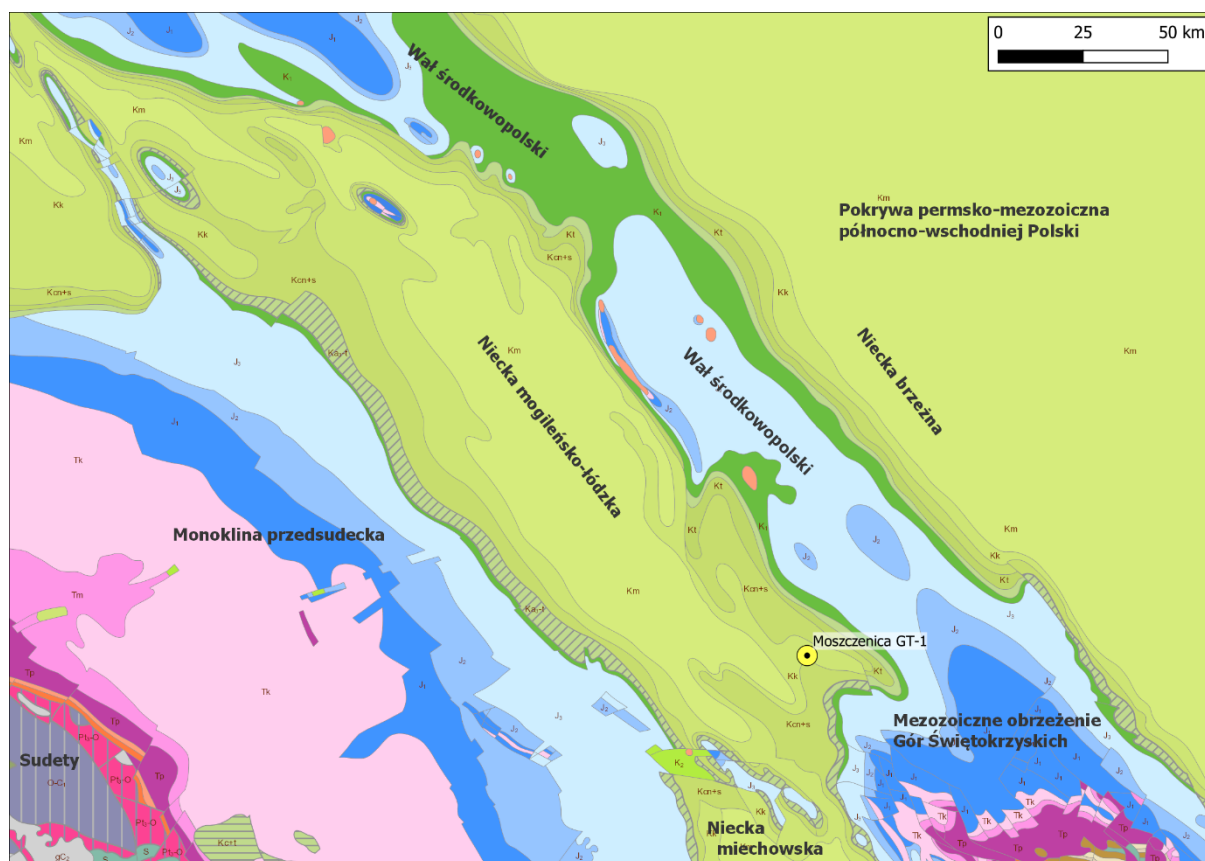
6.1.2. Tektonika

Okolice Moszczenicy znajdują się w południowej części niecki mogileńsko-łódzkiej, na jej skrzydle wschodnim (rys. 3). Niecka jest strukturą asymetryczną – bardziej strome skrzydło wschodnie graniczy z wałem środkowopolskim, skrzydło zachodnie jest bardziej położe (Stupnicka i Stempień-Sałek, 2016).

Nieckę wypełniają osady kredy, pod którymi zalegają skały jury, triasu oraz permu (Stupnicka i Stempień-Sałek, 2016).

Powstanie niecki wiąże się z procesem inwersji laramijskiej mezozoicznego basenu sedymentacyjnego (tzw. bruzdy śródpolskiej), w wyniku której basen ten przekształcił się w wał środkowopolski (antyklinorium śródpolskie) oraz dwa obrzeżające go ciągi synklinalne: synklinorium szczecińsko-miechowskie (pas niecek – szczecińskiej, mogileńsko-łódzkiej i miechowskiej) oraz synklinorium brzeżne (niecka brzeżna) (Świdrowska i Hakenberg, 1999).

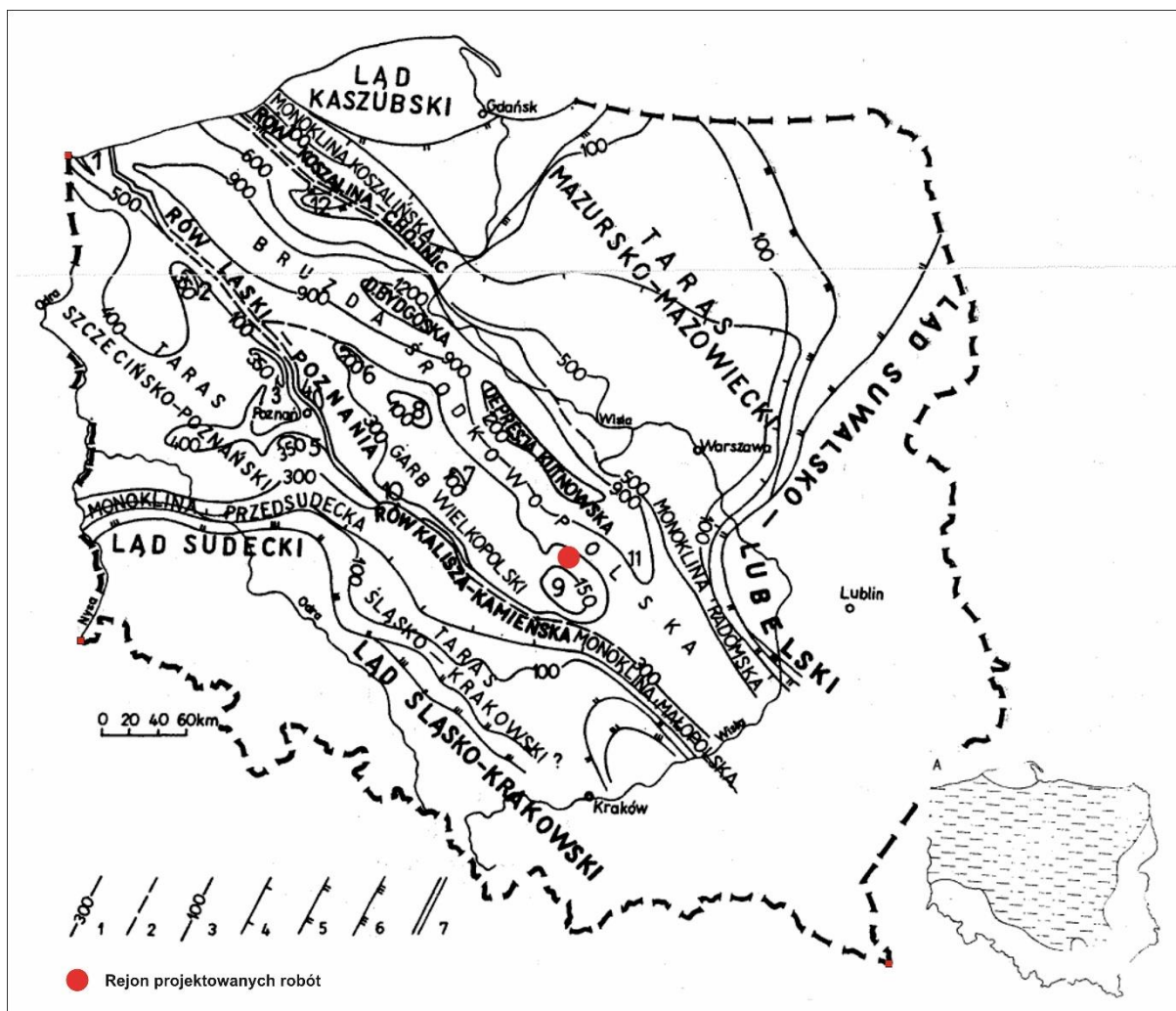
W planie dolnojurajskim obszar Moszczenicy znajduje się na brzegu znacznych rozmiarów paleostruktury – tzw. garbu wielkopolskiego (rys. 4). Jest to obszar między Wągrowcem, a Piotrkowem Trybunalskim, który został wydźwignięty na przełomie retyku i jury dolnej. Jednocześnie obniżeniu uległa strefa wzdłuż linii Kamień Pomorski – Kutno – Kielce, formując osiową część bruzdy środkowopolskiej (Deczkowski, Franczyk, 1988).



Rys. 3. Położenie projektowanego otworu Moszczenica GT-1 na tle mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku z wyszczególnieniem głównych jednostek strukturalnych Nizy Polskiego.

ŹRÓDŁO: <http://cbd.gmapa.pgi.gov.pl/arcgis/services/kartografia/mgpbk1000k/MapServer/WMSServer>; dostęp: maj 2022.

Do końca synemuru dolnego garb wielkopolski był obszarem wyspowym, ulegającym erozji. W następnym etapie rozwoju obszar ten nieznacznie się obniżył rozpoczynając sedimentację wyższych ogniw liasu. W rejonie Moszczenicy struktura ta została objęta transgresją dopiero w pliensbachu. Dalsze formowanie garbu wielkopolskiego przypada na toark górny, kiedy to ruch wznoszący garbu spowodował erozję górnej części osadów dolnojurajskich. Obszar garbu wielkopolskiego został objęty w całości transgresją dopiero w jurze środkowej (Deczkowski, Franczyk, 1988).



Rys. 4. Mapa paleotektoniczna jury dolnej.

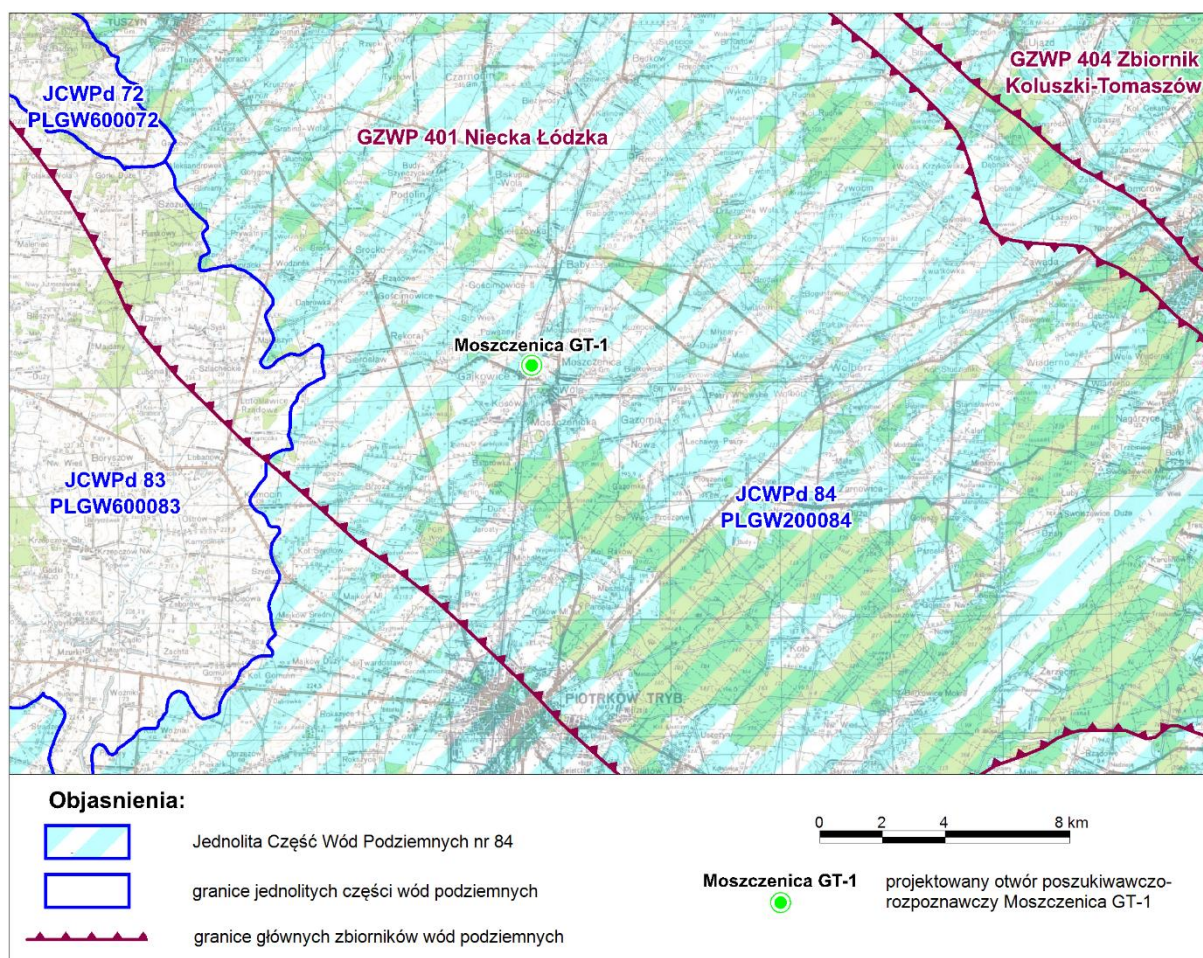
1-Granice jednostek paleotektonicznych zgodnie z przebiegiem paleoizohips ograniczających daną jednostkę; 2- granice jednostek paleotektonicznych niezależne od przebiegu izohips; 3- paleoizohipsy spągu osadów jury dolnej; 4- zasięg basenu hetangu i synemuru dolnego; 5- zasięg basenu synemuru górnego i pliensbachu; 6 – zasięg basenu toarku; 7- uskoki synsedymencyjne; elementy strukturalne – rów: 1- Wicka; elewacje: 2- Drawna; 3- Szamotuł; 4- Kobylnicy; 5- Stęszew; 6- Wągrowca; 7- Turka; kopuły: 8- Trzemżala, 9- Piotrkowa Trybunalskiego; ciśnienie: 10 – Kalisz; 11- Przedborza; nos strukturalny: 12- Wierzchowa; A- platforma asocjacja litologiczna piasków i ilów.

ŹRÓDŁO: Deczkowski, Franczyk, 1988.

6.2. Warunki hydrogeologiczne

6.2.1. Regionalizacja hydrogeologiczna

Zgodnie z regionalnym podziałem hydrogeologicznym Polski (Paczyński, Sadurski, 2007), analizowany rejon projektowanych robót geologicznych, znajduje się w obrębie regionu mogileńsko-łódzko-nidziańskiego, subregionu łódzkiego (X₂), w granicach JCWPd nr 84 (Jednolite Części Wód Podziemnych, wydzielone na podstawie Ramowej Dyrektywy Wodnej- 2000/60 EC) (rys. 5).



Rys. 5. Rejon projektowanych robót geologicznych na tle JCWPd i GZWP

ŹRÓDŁO: opracowanie własne

Obszar projektowanych robót położony jest w obrębie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych Niecka Łódzka (rys. 5).

Zgodnie z obecnym stanem rozpoznania projektowany odwiert Moszczenica GT-1 przebiega przez utwory jurajskie, a w szczególności utwory jury dolnej uznawane za główny kolektor wód termalnych w rejonie projektowanych robót i zakończy się w utworach triasu górnego (noryku).

6.2.2. Warunki zasilania i krążenia wód termalnych poziomu dolnojurajskiego

Rejon niecki mogileńsko-łódzkiej jest jednym z najbardziej perspektywicznych rejonów w Polsce dla efektywnego zagospodarowania zasobów geotermalnych. W świetle istniejącego rozpoznania geologicznego i udokumentowanych zasobów eksploatacyjnych najważniejszymi poziomami wód termalnych w niecce są utwory kredy dolnej i jury dolnej (Sowiżdżał i in., 2017).

Projektowany do ujęcia dolnojurajski poziom wodonośny jest częścią rozległego zbiornika wód termalnych występującego na znacznym obszarze Niżu Polskiego. Schemat zasilania i drenażu poziomu dolnokredowego przedstawiony został przez A. Szczepańskiego (1990). Zasilanie następuje przede wszystkim z kierunku południowego i południowo-wschodniego. Największą rolę odgrywa tu antyklinorium środkowopolskie, gdzie zerodowane utwory kredy występują bezpośrednio pod przykryciem osadów czwartorzędowych. Jest to obszar najbardziej intensywnej alimentacji omawianego zbiornika. Poza tym na całym obszarze zbiornika następuje zasilanie poprzez przesączanie z utworów nadległych, a także poprzez dopływ z niżej leżących poziomów wodonośnych, głównie jury górnej. Wg A. Szczepańskiego taki sposób zasilania ma miejsce zwłaszcza dla zaangażowanych tektonicznie brzegowych stref synklinalnych. Odpływ wody w obrębie niecki mogileńsko-łódzkiej odbywa się głównie w kierunku północno-zachodnim, zgodnie z przebiegiem osi niecki. Jest to generalny kierunek drenażu poziomego. Oprócz tego poziom jurajski drenowany jest również przez przesączanie pionowe głównie w dolinach większych rzek. Taką regionalną i udokumentowaną bazę drenażu stanowi Wisła.

Zbiornik dolnokredowy na obszarze projektowanych robót, z uwagi na niewielkie głębokości występowania (rzędu 400-500 m) i niskie temperatury złożowe (około 25°C) nie jest uwzględniany jako perspektywiczny (Górecki red., 2006). Dolnojurajski poziom wód termalnych w rejonie Moszczenicy związany jest z występowaniem piaskowców oraz piaskowców przewarstwionych mułowcami i iłowcami.

Strop utworów zbiornika dolnojurajskiego zalega najgłębiej w osiowej części niecki mogileńsko-łódzkiej (około 3750 m p.p.m.) i wznosi się ku peryferyjnym częściom struktury nieckowej. Najpłytsze zaleganie utworów dolnojurajskich, rzędu 750 m p.p.m. widoczne jest wzdłuż południowo-zachodniego obrzeżenia niecki (Sowiżdżał i in., 2017).

Poziom wodonośny związany z przepuszczalnymi utworami liasu, na całym prawie obszarze niecki ma charakter naporowy. Wody o zwierciadle swobodnym występują jedynie w strefach występowania przepuszczalnych utworów dolnojurajskich na powierzchni. Te strefy są także obszarami bezpośredniego zasilania wód geotermalnych zbiornika. Znacznie intensywniejsze zasilanie odbywa się jednak drogą pośrednią w strefach wychodni utworów dolnojurajskich pod warstwą utworów czwartorzędowych. W niektórych rejonach istnieje także możliwość pośredniego zasilania infiltracyjnego przez przepuszczalne utwory trzeciorzędowe. W ten sposób odbywa się także zasilanie w rejonach wychodni warstw zbiornikowych pod utworami młodszej jury, czy nawet kredy (Górecki red., 2006).

Generalnie w zbiorniku obserwujemy normalną pionową strefowość hydrogeochemiczną. Manifestuje się ona wzrostem mineralizacji wód wraz ze wzrostem głębokości ich występowania oraz określonym następstwem typów chemicznych wód. W takiej sytuacji o chemizmie wód tego zbiornika decydują przede wszystkim uwarunkowania geologiczno-strukturalne, a konkretnie głębokość występowania badanych wód (Górecki red., 2006).

Ze względu na głębsze występowanie, wody z utworów jury dolnej charakteryzują się generalnie wyższymi mineralizacjami w porównaniu z wodami z utworów kredy dolnej (Górecki red., 2006). Zmienność w polu temperatur zbiornika dolnojurajskiego jest znaczna osiągając w skrajnych przedziałach wartości temperatur wód gruntowych (strefy wychodni skał wodonośnych, obszary bezpośredniego zasilania); z drugiej strony na największych głębokościach dochodząc do ponad 120°C w osiowej części niecki mogileńsko-łódzkiej (obszar na północ i północny wschód od Konina) (Górecki red., 2006).

Potencjalna wydajność otworów ujmujących wody dolnojurajskie jest silnie skorelowana z przewodnością warstw wodonośnych i ich miąższością. Największych wydajności (w granicach 300-450 m³/h) można oczekiwać w północno-wschodniej części niecki mogileńsko-łódzkiej. Na pozostałym jej obszarze potencjalne wydajności kształtują się w przedziale 250-350 m³/h. Najniższych wydajności (poniżej 100 m³/h) można oczekiwać w otworach lokalizowanych w peryferyjnych strefach zbiornika (Górecki red., 2006).

Dla omawianego poziomu nie ustalono zasobów dyspozycyjnych, które w Polsce określone są tylko dla użytkowych poziomów wodonośnych w granicach zlewniowych obszarów bilansowych, a zatem nie dotyczą wód termalnych.

6.2.3. Wody piętra czwartorzędowego

W rejonie projektowanych prac czwartorzędowe piętro wodonośne jest najważniejszym użytkowym poziomem wodonośnym. Utwory wodonośne występują pod pierwszym poziomem glin na głębokości do 20 m oraz pod drugim poziomem glin na głębokości poniżej 40 m. Obie warstwy mogą łączyć się tworząc jeden poziom wodonośny. Budują je piaski drobno i średnioziarniste z niewielkimi przewarstwieniami piasków gruboziarnistych i żwirów. Sedymentacja utworów piaszczystych związana była m.in. z okresem interglacjału wielkiego zlodowacenia południowopolskim oraz zlodowacenia Odry. Piętro czwartorzędowe jest niejednolite pod względem warunków hydrogeologicznych. Wodoprzewodność warstwy wodonośnej będąca funkcją jej miąższości oraz wykształcenia litologicznego jest zróżnicowana i zmienia się od wartości poniżej 100 m²/d do powyżej 500 m²/d. W rejonie projektowanych

robót przewodność piętra czwartorzędowego określa się w granicach od 200 do 500 m²/d. Współczynnik filtracji wynosi najczęściej od około 4 m/d do 36 m/d. Wynikiem zróżnicowania wyżej wymienionych parametrów są różne wydajności otworów studziennych. W rejonie Moszczenicy w studniach ujęć wodociągowych uzyskiwano wydajności otworów w granicach 50 – 75 m³/h. Zwierciadło wody jest swobodne i słabo napięte w pierwszej warstwie wodonośnej i naporowe dla drugiej warstwy wodonośnej. W rejonie projektowanych prac lokalną oś drenażu stanowi dolina rzeki Moszczanki (Szadkowska, 2002).

6.2.4. Wody piętra górnokredowego

W rejonie projektowanego otworu występowanie tego piętra wodonośnego wiąże się z wapienno-marglistymi utworami od cenomanu do mastrychtu. Główny poziom użytkowy występuje w utworach koniak-santonu. Utwory wodonośne występują średnio na głębokości około 60 – 75 m. Przyjmując spąg utworów wodonośnych na głębokości 200 m (obecność szczelin). Miąższość utworów wodonośnych wynosi około 125-140 m. Współczynnik filtracji w granicach od 0,1 do 0,9 m/d, średni rzędu 0,6 m/d. W rejonie Moszczenicy przewodność utworów wodonośnych wynosi ok. 100 m²/d. Wielkości wydajności jednostkowych i całkowitych otworów odpowiadają zwiększonym strefom przewodności. W rejonie projektowanych prac potencjalna wydajność otworów wynosi do 30 m³/h. Najwyższe wydajności otworów studziennych ujmujących górnokredowy poziom wodonośny wynoszą w granicach od 100 do 200 m³/h przy wydajnościach jednostkowych od 9,7 do 25,9 m³/h/1mS. W rejonie projektowanych robót wydajności jednostkowe ujęć wód wynoszą od 0,5 do 1,4 m³/h/1mS (Szadkowska, 2002).

Zagrożenie utworów wodonośnych jest niskie i bardzo niskie, co wiąże się z obecnością zwartego kompleksu glin oraz ilów w nadkładzie utworów wodonośnych. Jakość wody w klasie IIa i IIb. Obniżenie klasy jakości wód do klasy II wiąże się ze zwiększoną zawartością manganu, a przede wszystkim żelaza w wodzie.

Moduł zasobów odnawialnych wynosi 75 m³/d*km², natomiast moduł zasobów dyspozycyjnych wynosi 60 m³/d*km². Najbliżej rejonu projektowanego otworu Moszczenica GT-1 poziom wodonośny kredy górnej nawiercony został w otworach nr 11, 60, 26, 40, 41, 111 (zał. 4 i 8).

6.2.5. Wody piętra wodonośnego utworów dolnej kredy.

W dolnokredowym poziomie wodonośnym wody podziemne występują w piaskach i piaskowcach albu. Zwierciadło wody jest napięte głównie napięte, lokalnie swobodne.

W miejscu występowania piaszczystych utworów czwartorzędowych zalegających bezpośrednio na skałach kredy, tworzą one wspólny czwartorzędowo-kredowy poziom wodonośny. Uzyskiwane wydajności eksploatacyjne poszczególnych studni są bardzo zróżnicowane i osiągają wartości od 3 do 80 m³/h. W rejonie projektowanego otworu Moszczenica GT-1 można spodziewać się naporowego poziomu wód termalnych o temperaturze około 30 – 35°C, związany z występowaniem zbiornikowych piaskowców formacji mogileńskiej (Szadkowska, 2002, Nowicki, 2009).

6.2.6. Wody piętra górn jurajskiego

Górn jurajski poziom wodonośny związany jest ze szczelinowymi i spękanymi skałami węglanowymi reprezentowanymi przez wapienie o różnym wykształceniu facjalnym, podrzędnie przez margle. Zwierciadło wody jest napięte przez występujące w nadkładzie osady iłowcowo-mułowcowe i kształtuje się na wysokości 150-170 m n.p.m. Wodonośność utworów jury jest zróżnicowana, zależy od stopnia szczelinowatości jak i od warunków zasilania i drenażu. Wydajności uzyskiwane z utworów ujmujących ten poziom są zróżnicowane i wynoszą od kilku do 135 m³/h, wydajności jednostkowe w granicach od 0,03 do 100,9 m³/h/1mS (Cichecka K., 2002, Nowicki, 2009).

6.2.7. Wody piętra dolno jurajskiego

Poziom wodonośny jury dolnej traktowany jest jako najważniejszy zbiornik wód termalnych Niżu Polskiego. Tworzą go drobno- lub różnoziarniste piaski i piaskowce o zmiennej miąższości, przewarstwione utworami słabo przepuszczalnymi: iłowcami, iłowcami piaszczystymi, mułowcami i mułowcami piaszczystymi. W profilu litologicznym jury dolnej utwory przepuszczalne stanowią od 40 do 80% ogólnej miąższości. Mimo znacznego zróżnicowania w profilu pionowym oraz zmiennej ciągłości rozprzestrzenienia poziomego i licznych zmian litofacjalnych można uznać, że wody podziemne występujące w przepuszczalnych utworach dolno jurajskich tworzą zbiornik o ciągłym rozprzestrzenieniu (Górecki, red., 2006). Lokalne przerwy w ciągłości rozprzestrzenienia utworów jury dolnej występują w strefach dyslokacji związanych ze zrębowo-blokową tektoniką niektórych jednostek strukturalnych.

Zgodnie z „Atlasem zasobów geotermalnych na Niżu Polskim”, (Górecki, red., 2006) odpływ wód podziemnych z poziomu dolnej jury w rejonie Moszczenicy odbywa się generalnie w kierunku północno-zachodnim, wzdłuż rozciągłości struktur tektonicznych budujących nieckę mogileńsko-łódzką.

6.2.8. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych

Otwór poszukiwawczo-rozpoznawczy Moszczenica GT-1 zaprojektowany został na obszarze występowania Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 401 Niecka Łódzka o powierzchni 1759,2 km² (Mikołajków, Sadurski, 2017). W odległości ok 19 km w kierunku północno-wschodnim przebiega granica Głównego Zbiornika Wód Podziemnych Koluszy-Tomaszów.

W 2013 roku opracowana została „*Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 401 (Niecka Łódzka)*” (Rodzoch i zespół, 2013).

GZWP nr 401 jest zlokalizowany w obrębie niecki mogileńsko-łódzkiej. W granicach zbiornika prawie w całości znajduje się miasto Łódź wraz z okolicznymi miastami, z których największe to Pabianice i Zgierz. W południowej części zbiornika, w jego granicach, znajdują się dodatkowo dwa duże ośrodki miejskie Piotrków Trybunalski i Tomaszów Mazowiecki (Mikołajków, Sadurski, 2017).

Nie ustanowiono dotychczas obszaru ochronnego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 401 Niecka Łódzka, a proponowane obszary ochronne zlokalizowane głównie na obrzeżach GZWP nie obejmują swoim zasięgiem gminy Moszczenica, na terenie której zaprojektowano otwór Moszczenica GT-1.

Poziom zbiornikowy tworzą piaski, żwiry i słabo związane piaskowce kredy dolnej (albu środkowego i lokalnie hoterywu). Wody w piaskowcach albu występują pod znacznym ciśnieniem, dochodzącym do 550 kPa. W rejonie Ozorkowa są możliwe samowypływy. Na obszarze wychodni (rejon Tomaszowa Mazowieckiego) ciśnienie jest nieznaczne, nie przekracza 100 kPa, a miejscami zwierciadło może przechodzić w swobodne. Zwierciadło statyczne stabilizuje się na rzędnej od 120 m n.p.m. wzdłuż północnej granicy GZWP nr 401, do ok. 190 m n.p.m.

Wodonośność poziomu jest zmienna i zależna w dużej mierze od głębokości położenia poziomu wodonośnego. W pobliżu wychodni, wodoprzewodność poziomu osiąga wartości powyżej 1000 m²/d, a w centrum może spadać do ok. 20 m²/d. Średnio zawiera się w przedziale 100–500 m²/d. W części centralnej zbiornika poziom kredy dolnej jest izolowany kilkusetmetrowym kompleksem osadów kredy górnej, wykształconym w facji wapiennej i marglistej z przeławiczeniami łupków i iłowców. Lokalnie (zwłaszcza w południowej części zbiornika) osady dolnokredowe znajdują się w kontakcie hydraulicznym z wyżej leżącymi osadami wodonośnymi czwartorzędu i neogenu. Główną bazą drenażu są rzeki Bzura i Pilica, wraz z Zalewem Sulejowskim (Mikołajków, Sadurski, 2017)

6.2.9. Jednolite Części Wód Podziemnych

Wg obowiązującego podziału na 172 JCWPd teren projektowanych robót zlokalizowany jest w obrębie 84 Jednolitej Części Wód Podziemnych (rys. 5).

JCWPd 84 wg. charakterystyki Państwowej Służby Hydrogeologicznej ma powierzchnię 4233,3 km² obejmuje cztery główne piętra wód zwykłych (słodkich) występujących na głębokości 0-528 m.

Piętro czwartorzędowe - warstwy wodonośne poziomu budowane przez piaski i żwiry; porowy charakter wodonośca. Warstwy wodonośne występują na głębokości 0-50,0 m i osiągają miąższości od 1,3 do 77,0 m. Charakter zwierciadła jest swobodny lokalnie napięty.

Piętro kredowe – zbudowane jest z dwóch poziomów wodonośnych kredy górnej i dolnej. Poziom wodonośny kredy górnej budują piaski, margle i wapienie; szczelinowo-porowy charakter wodonośca. Warstwy wodonośne występują na głębokości 2-100 m i osiągają miąższości od 5 do 549,4 m. Charakter zwierciadła jest swobodny lub napięty.

Poziom wodonośny kredy dolnej budują piaski i piaskowce; szczelinowo-porowy charakter wodonośca. Warstwy wodonośne występują na głębokości 5-100 m i osiągają miąższości od 15 do 173 m. Charakter zwierciadła jest napięty.

Piętro jurajskie - warstwy wodonośne poziomu budowane przez wapienie; szczelinowo-krasowy charakter wodonośca. Warstwy wodonośne występują do głębokości 50,0 m i osiągają miąższości 14-101 m. Charakter zwierciadła jest napięty, lokalnie swobodny.

Piętro triasowe - warstwy wodonośne poziomu budowane przez wapienie, dolomity, piaskowce i mułowce; szczelinowo-krasowy lub porowo-szczelinowy charakter wodonośca. Warstwy wodonośne występują na głębokości od 10 do 528 m i osiągają miąższości 20,0 – 110,0 m. Charakter zwierciadła jest napięty, lokalnie swobodny.

Cele środowiskowe dla JCWP i JCWPd m.in. regionu wodnego Górnej Wisły, na obszarze którego zlokalizowany zostanie projektowany otwór Moszczenica GT-1, podano w obowiązującym obecnie planie gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły, zatwierdzonym przez Radę Ministrów i opublikowanym w dniu 28 listopada 2016 r. w drodze rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie *Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły* (Dz. U. z 2016 r. poz. 1911 z późn. zm.). Wg ww. rozporządzenia celem środowiskowym dla JCWPd 84 jest dobry stan ilościowy i chemiczny wód. Ww. JCWPd jest niezagrożona nieosiągnięciem celów środowiskowych.

Wykonanie projektowanego otworu Moszczenica GT-1 oraz jego eksploatacja nie wpłynie na stan ilościowy oraz chemiczny JCWPd, a także nie zagrazi osiągnięciu celów

środowiskowych.

6.3. Warunki geotermalne

Na terenie gminy Moszczenica nie wiercono dotychczas otworów w poszukiwaniu wód termalnych. Najbliższym otworem, w którym udokumentowano wody termalne jest znajdujący się około 22 km na wschód otwór Tomaszów Mazowiecki GT-1 o głębokości 1672 m. W otworze udostępniono do eksploatacji cały poziom wodonośny jury dolnej uzyskując wody termalne o temperaturze na powierzchni 41,7°C i mineralizacji 484 mg/dm³. Ustalone zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 80 m³/h. Zbiornik ma charakter artezyjski, jednak samowypływ osiąga nieduże wydajności około 7 – 9 m³/h.

Podstawowych informacji dotyczących warunków geotermalnych występujących na obszarze gminy Moszczenica dostarcza Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim (Górecki red. i in., 2006) opracowany przez zespół Katedry Surowców Energetycznych Akademii Górniczo-Hutniczej.

Bardziej szczegółowe omówienie warunków hydrogeotermalnych na terenie gminy Moszczenica zawiera opracowanie pt. „Badania naukowe i ocena występowania oraz możliwości zagospodarowania energii geotermalnej przy wsparciu innych OZE w kontekście zrównoważonego rozwoju gmin powiatu piotrkowskiego”, sporządzone przez pracowników naukowych Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk pod kierownictwem Wiesława Bujakowskiego (2014).

W opracowaniu omówiono warunki hydrogeotermalne wraz z potencjałem energetycznym źródeł geotermalnych występujących na obszarze powiatu piotrkowskiego, osobno dla każdej gminy. Analizie poddano zbiorniki wód termalnych zalegających do głębokości 3000 m: dolnokredowy, środkowojurajski, dolnojurajski oraz górnotriasowy.

Dla potrzeb oceny zasobów geotermalnych na analizowanym obszarze powiatu piotrkowskiego wprowadzono definicję potencjału teoretycznego i technicznego (Bujakowski red. i in., 2014).

Potencjał teoretyczny to potencjał istniejący, ale obecnie niemożliwy do pełnego pozyskania na danym etapie rozwoju technologii. Informuje więc on jedynie o potencjalnych zasobach energii. Potencjał został oszacowany dla pojedynczego ujęcia eksploatacyjnego na podstawie średniej temperatury i wydajności wód termalnych występujących w obrębie danego zbiornika przy założeniu schłodzenia ich do temperatury 0°C i przy całorocznym wykorzystaniu pełnej mocy termicznej (Bujakowski red. i in., 2014).

Potencjał techniczny to potencjał do praktycznego wykorzystania na obecnym etapie rozwoju technicznego, przy istniejących obecnie technologiach energetycznych. Oszacowano go na podstawie średniej temperatury i wydajności wód termalnych występujących w obrębie danego zbiornika przy schłodzeniu wód do temperatury 5°C w systemach pomp ciepła, przy wartości współczynnika rocznego wykorzystania mocy cieplnej 0,3 zakładając wykorzystanie energii geotermalnej do celów ciepłowniczych (Bujakowski red. i in., 2014).

Decyzja odnośnie wyboru celu geologicznego (tj. zbiornika wód termalnych), charakteryzującego się potencjalnie największymi perspektywami do wykorzystania w ciepłownictwie, dla projektowanego otworu Moszczenica GT-1 została podjęta w oparciu o potencjał techniczny (Tab. 2).

Z analizy wynika, że najwyższe moce termiczne pojedynczego ujęcia (potencjał techniczny) związane są ze zbiornikiem jury dolnej. Wynoszą one od 1,17 MW dla gminy Rozprza do 13,68 MW dla gminy Moszczenica (Tab. 2). Takie wartości predysponują gminę Moszczenica do wykorzystania energii wód termalnych jury dolnej w ciepłownictwie (Bujakowski red. i in., 2014).

Tabela 2. Potencjał zasobów geotermalnych szacowany dla gmin powiatu piotrkowskiego

Źródło danych: Bujakowski red. i in., 2014

| Gmina | Średnia temperatura utworów [°C] | | | | Średnia wydajność otworów [m³/h] | | | | Potencjał techniczny | | | | | | | |
|---------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------|------------|-----------|--|-------------|--------------|-------------|--|--------------|---------------|--------------|
| | | | | | | | | | Średnia moc termiczna pojedynczego ujęcia [MW] | | | | Średnia energia cieplna pojedynczego ujęcia [TJ/rok] | | | |
| | K1 | J2 | J1 | T3 | K1 | J2 | J1 | T3 | K1 | J2 | J1 | T3 | K1 | J2 | J1 | T3 |
| Aleksandrów | brak | 29 | 30 | 38 | brak | 12 | 40 | 20 | brak | 0,35 | 1,20 | 0,79 | brak | 3,27 | 11,35 | 7,49 |
| Czarnocin | 27 | 65 | 74 | 99 | 50 | 70 | 155 | 52 | 1,32 | 5,04 | 12,83 | 5,87 | 12,49 | 47,68 | 121,41 | 55,49 |
| Gorzkowice | 23 | 38 | 47 | 63 | 17 | 50 | 40 | 10 | 0,37 | 1,98 | 2,02 | 0,70 | 3,47 | 18,73 | 19,07 | 6,58 |
| Grabica | 43 | 71 | 74 | 97 | 65 | 37 | 100 | 57 | 2,96 | 2,93 | 8,28 | 6,29 | 28,04 | 27,72 | 78,33 | 59,53 |
| Łęki Szlacheckie | 25 | 43 | 45 | 47 | 10 | 47 | 37 | 10 | 0,24 | 2,14 | 1,78 | 0,50 | 2,27 | 20,28 | 16,80 | 4,77 |
| Moszczenica | 31 | 81 | 81 | 95 | 60 | 67 | 150 | 55 | 1,87 | 6,11 | 13,68 | 5,94 | 17,71 | 57,80 | 129,41 | 56,19 |
| Ręczno | 24 | 38 | 40 | 46 | 7 | 30 | 37 | 7 | 0,16 | 1,19 | 1,55 | 0,34 | 1,51 | 11,24 | 14,70 | 3,26 |
| Rozprza | 29 | 52 | 54 | 65 | 17 | 32 | 20 | 15 | 0,49 | 1,81 | 1,18 | 1,08 | 4,63 | 17,07 | 11,13 | 10,22 |
| Sulejów | 27 | 47 | 49 | 60 | 32 | 40 | 50 | 30 | 0,85 | 2,02 | 2,64 | 1,98 | 7,99 | 19,07 | 24,97 | 18,73 |
| Wola Krzysztoporska | 33 | 56 | 62 | 71 | 37 | 15 | 37 | 37 | 1,24 | 0,92 | 2,53 | 2,93 | 11,76 | 8,68 | 23,94 | 27,72 |
| Wolbórz | 22 | 57 | 62 | 80 | 45 | 60 | 125 | 45 | 0,92 | 3,74 | 8,55 | 4,05 | 8,68 | 35,42 | 80,88 | 38,31 |

Techniczne średnie moce termiczne pojedynczych ujęć ujmujących wody termalne z pozostałych zbiorników poddanych analizie na terenie gminy Moszczenica wynoszą: 1,87 MW dla zbiornika kredy dolnej, 6,11 MW dla poziomów jury środkowej oraz 5,94 MW dla zbiornika górnokarbońskiego (Tab. 2, Bujakowski red. i in., 2014).

Głębokość zalegania dolnojurańskiego zbiornika wód termalnych w miejscu projektowanego wiercenia otworu Moszczenica GT-1 wynosi prawdopodobnie około 2460 m, przy miąższości utworów liasu około 200 m.

Temperatury złożowe w interwale występowania utworów jury dolnej powinny wynosić od powyżej 70°C w stropie zbiornika do około 80°C przy jego spągu.

Według autorów opracowania mineralizacja wód w stropie zbiornika przypuszczalnie będzie przekraczać 30 g/dm³, jednak na podstawie wyników badań wód dolnojurańskich w otworze Tomaszów Mazowiecki GT-1 można przypuszczać, że mineralizacja wód termalnych w rejonie otworu Moszczenica GT-1 będzie niższa niż zakładana (bliskość stref zasilania na wschód i południowy wschód od otworu – wychodnie jury).

Średnia wydajność otworu ujmującego poziomy dolnojurański na obszarze gminy Moszczenica może wynieść 150 m³/h (Bujakowski red. i in., 2014). Na podstawie rozpoznania przeprowadzonego na potrzeby niniejszego opracowania w projekcie robót dla otworu Moszczenica GT-1 zakłada się uzyskanie wydajności dochodzącej do 200 m³/h.

6.4. Przewidywany profil geologiczny

Projektowana głębokość końcowa otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego wód termalnych Moszczenica GT-1 wynosi 2660 m ($\pm 10\%$). Będzie to otwór pionowy, wiercony do stropu triasu górnego. Celem wiercenia jest rozpoznanie oraz ujęcie poziomu zbiornikowego wód termalnych jury dolnej.

Przewidywany profil litologiczno-stratygraficzny projektowanego otworu Moszczenica GT-1 przedstawiono w projekcie geologiczno-technicznym otworu (zał. 6) oraz w tabeli 3.

Z uwagi na brak bezpośredniego rozpoznania wiertniczego w rejonie Moszczenicy, przedstawiony profil geologiczny może się różnić od rzeczywistego. Dopuszcza się zatem możliwość wprowadzenia zmian w konstrukcji projektowanego otworu, w zależności od stwierdzonego profilu geologicznego. Decyzje w kwestii zmian konstrukcji podejmie nadzór geologiczny w porozumieniu z kierownikiem ruchu zakładu (KRZ) wykonującego roboty geologiczne.

Tabela 3. Spodziewany profil litologiczno-stratygraficzny otworu Moszczenica GT-1

| Głębokość od-do [m p.p.t.] | Miąszość [m] | Stratygrafia | | Opis litologiczny formacji i warstw |
|----------------------------------|-----------------|---------------|--------------------------|--|
| 0 – 60 | 60 | Czwartorzęd | plejstocen | Gliny zwałowe oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe. |
| 60 – 820 | 660 | Kreda górna | santon – turon | Wapienie, wapienie margliste i margle, wyżej opoki i opoki margliste z warstwami wapieni marglistych |
| | 100 | | cenoman | Wapienie i margle z wkładkami wapieni marglistych, wapienie margliste o strukturze pelitycznej. |
| 820 – 920 | 5 | Kreda dolna | alb górny | Margle zielonkawe-szare, w spągu zapiaszczone, ze śladami zniszczonej fauny. |
| | 75 | | alb środkowy - barrem | <u>Formacja mogileńska</u> : piaskowce kwarcowe, miejscami z domieszką glaukonitu oraz materią organiczną (og. kruszwickie). Iłowce i mułowce z piaszczystymi laminami, ziarnami glaukonitu i pirytu (og. goplańskie). Piaskowce z przemazami ilasto-węglistymi (og. pagórczańskie). |
| | 20 | | hoteryw – walanżyn dolny | <u>Formacja włocławska</u> : iłowce i mułowce ciemnoszare z wkładkami piaskowców i mułowców piaszczystych. <u>Formacja bodzanowska</u> : piaskowce oraz łupki ilasto-piaszczyste i mułowcowe. <u>Formacja rogoźniańska</u> : margle, iłowce margliste, wapienie i piaskowce. |
| 920 – 2070 | 470 | Jura górna | tyton dolny - kimeryd | <u>„Formacja” łupkowo-marglisto-mułowcowa (pałucka)</u> : margle i margle ilaste ciemnoszare, iłowce margliste czarne, podrzędne wkładki szarych wapieni marglistych. <u>„Formacja” wapienno-marglisto-muszlówcowa</u> : wapienie margliste i margle, szare i popielato-szare, z cienkimi poziomami muszlówców i wapieni detrytowo-muszlówcowych. |
| | 680 | | oksford | Wapienie, wapienie skrzemionkowane, wapienie pelitowe i margliste, w stropie wapienie rafowe i oolitowe, w spągu wapienie dolomityczne, zapiaszczone, z licznymi krzemieniami. Są to osady płytkowodne o barwach jasnoszarych, jasnokremowych. Podrzędnie wkładki szarych margli. |
| 2070 – 2440 | 20 | Jura środkowa | kelowej | Piaskowce jasnoszare, miejscami o spoiwie dolomitycznym, spękane, o szczelinach wypełnionych dolomitem. |

| | | | | |
|-------------|-----|-------------|---------------|---|
| | 350 | | baton - aalen | Mułowce i iłowce ciemnoszare, czarne i brunatne, słabo wapniste, smugowane i laminowane drobnoziarnistym piaskowcem, liczne blaszki muskowitu, skupienia pirytu oraz fauna małży. Piaskowce drobnoziarniste i pelityczne, jasnoszare, szare i brunatno-szare, z licznymi smugami i laminami ilastymi, miejscami o spoiwie wapnistym, konkrecje i wkładki syderytu. |
| 2440 – 2640 | 30 | Jura dola | Toark górny | <u>Formacja z Borucic</u> : piaskowce bardzo drobnoziarniste, jasnoszare i szare, twarde, o spoiwie ilastym, miejscami z ciemnymi przemazami i laminami ilastymi. |
| | 70 | | Toark dolny | <u>Formacja z Ciechocinka</u> : iłowce i mułowce, ciemnoszare i zielonkawo-szare, z licznym muskowitem oraz szczątkami roślin. Piaskowce jasnoszare, bardzo drobnoziarniste, o spoiwie krzemionkowo-ilastym, z ilastymi laminami. |
| | 100 | | Pliensbach | <u>Formacja z Drzewicy</u> : piaskowce białawo-szare i jasnoszare, drobno- i bardzo drobnoziarniste, o spoiwie ilastym, dość zwarte, twarde, z detrytusem roślinnym, miejscami gęsto laminowane ciemnoszarym materiałem ilastym, przewarstwiane ciemnoszarymi iłowcami z piaszczystą laminacją. |
| 2640 – 2660 | 20 | Trias górny | Noryk | <u>Warstwy zbąszyneckie</u> : mułowce i iłowce brunatnoczerwone, zielonkawoszare i ciemnoszare z rzadkimi wkładkami piaszczystymi. |

W oparciu o zebrane materiały geologiczne i hydrogeologiczne, w projektowanym otworze Moszczenica GT-1 spodziewać się należy następujących horyzontów wodonośnych o dużym znaczeniu:

0 – 60 m:

Poziomy wód zwykłych o zwierciadle naporowym w obrębie plejstoceńskich osadów wodnolodowcowych – piasków i żwirów, występujących pomiędzy pakietami glin zwałowych. Zwierciadło wód kształtuje się w pobliżu powierzchni terenu, wody występują w ośrodku porowym o zwykle dużej przepuszczalności;

60 – około 200 m:

Wapienno-marglisty poziom wodonośny górnej kredy. Wody zwykle występują w ośrodku szczelinowym. W rejonie Moszczenicy poziom ten jest słabo rozpoznany;

około 825 – 900 m:

Naporowy poziom wód termalnych o temperaturze około 30 – 35°C, związany z występowaniem zbiornikowych piaskowców formacji mogileńskiej.

Około 2440 – 2640 m:

Poziomy naporowe wód termalnych jury dolnej o przewidywanej temperaturze powyżej 70°C i przypuszczalnej mineralizacji poniżej 100 g/dm³. Wody występują w ośrodku porowym o prawdopodobnie wysokiej przepuszczalności.

6.5. Potencjalne zasoby energetyczne wód termalnych w rejonie Moszczenicy

Obliczenia potencjalnych zasobów energetycznych dla perspektywicznego zbiornika wód termalnych (jura dolna) oparto o algorytm wyznaczenia zasobów eksploatacyjnych.

Zasoby eksploatacyjne i możliwe do uzyskania moce termiczne wyznaczono jako potencjał techniczny możliwy do uzyskania z pojedynczego otworu. Analiza zakłada maksymalne temperatury dla danego zbiornika, stąd jej orientacyjny charakter. Celem urealnienia dokonanych ocen wymagane byłoby uwzględnienie konkretnych rozwiązań i uwarunkowań technicznych dotyczących sposobu udostępniania złoża. Dla zbiornika, dla którego realizowane są obliczenia potencjału technicznego wyznaczana jest moc termiczna i roczna energia cieplna analizując przypadek, że wody zostają schłodzone do temperatury ok. 15 °C, czyli uwzględniając zastosowanie pomp ciepła. Do obliczeń wykorzystano poniższe wzory (Bujakowski red. i in., 2014):

Moc termiczna

$$P_{\text{term}} = 0,0012 \cdot \Delta t \cdot Q \text{ [MW]}$$

$$P_{\text{term}} = 0,0012 \cdot (t - 15) \cdot Q \text{ [MW]}$$

Energia cieplna

$$W_{\text{term}} = P_{\text{term}} \cdot 8760 \cdot 0,0036 \cdot x = 31,54 \cdot 0,3 \cdot P_{\text{term}} = 9,46 P_{\text{term}} \text{ [TJ/rok]}$$

gdzie:

P_{term} - potencjalna moc termiczna pojedynczego ujęcia [MW]

W_{term} - techniczna średnia energia cieplna z pojedynczego ujęcia [TJ/rok]

Δt - schłodzenie [°C]

t - temperatura wód termalnych [°C]

Q - wydajność otworu [m³/h]

$x=0,3$ - roczny współczynnik wykorzystania mocy cieplnej

8760 - ilość godzin/rok

Na podstawie przeprowadzonej analizy i założeń projektowych, dla zbiornika jury dolnej przewidzianego do ujęcia projektowanym otworem Moszczenica GT-1, do obliczeń przyjęto temperaturę wody na wypływie równą 70°C oraz spodziewaną wydajność otworu na poziomie $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$.

Moc termiczna

$$P_{\text{term}} = 0,0012 \cdot (70 - 15) \cdot 200 = 13,2 \text{ [MW]}$$

Energia cieplna

$$W_{\text{term}} = 9,46 \cdot P_{\text{term}} = 9,46 \cdot 13,2 = 124,88 \text{ [TJ/rok]}$$

7. Skład chemiczny, właściwości fizyczne i jakość wód podziemnych

Wody zwykłe

Piętro czwartorzędowe występuje na całym obszarze niecki łódzkiej i charakteryzuje się wodami typu $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ i $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ o mineralizacji od 160-488 mg/dm^3 , miękkie i średniotwarde, o twardości średnio do około 6 mval/dm^3 . Zawartość żelaza wynosi tu średnio od 0,0 do 2,0 mg/dm^3 w znacznej części są to wody o zawartości poniżej 0,8 mg/dm^3 , wymagające prostego uzdatniania (kl. IIa), a nawet o zawartości poniżej 0,2 mg/dm^3 , tj. wody niewymagające uzdatniania (kl. I). Zawartość manganu przeważnie w granicach od poniżej 0,05 do 0,1 mg/dm^3 , tj. są to wody nie wymagające lub wymagające prostego uzdatniania w zakresie zawartości manganu. Zawartość chlorków, siarczanów i związków azotu nie budzą zastrzeżeń w większości nie przekraczają zawartości dopuszczalnych dla wód pitnych. Zawartość chlorków przeważnie poniżej 30 mg/dm^3 , siarczanów również poniżej 30 mg/dm^3 . Azotyny występują przeważnie w ilości do 0,005 mg/dm^3 . Również azotany występują w niewielkich ilościach, przeważnie poniżej 2 mg/dm^3 . Zawartość amoniaku w wodzie wynosi średnio od 0,0 do 0,2 mg/dm^3 .

Wody podziemne w utworach czwartorzędowych należą głównie do wód dobrych i bardzo dobrych (klasy IIa i I). Zasilanie poziomu czwartorzędowego odbywa się głównie poprzez intensywną infiltrację wód opadowych oraz przesączanie z nadległych poziomów (Szadkowska, 2002, Józefko i in, 2018).

Wody piętra kredowego charakteryzują się niską mineralizacją najczęściej 197 – 400 mg/dm^3 i są to wody typu $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}$, średniotwarde, o twardości średnio w zakresie 2,8 – 6,0 mval/dm^3 . Zawartość żelaza przeważnie w granicach od 0,8 do 2,8 mg/dm^3 . Zawartość manganu kształtuje się w granicach od 0,05 do 0,25 mg/dm^3 , przeważnie wynosi 0,05 –

0,15 mg/dm³. Wody te w zakresie zawartości żelaza i manganu wymagają więc prostego uzdatniania. Ilości chlorków siarczanów w wodach poziomu górnokredowego kształtują się odpowiednio: zawartość chlorków średnio 5 – 8 mg/dm³, zawartość siarczanów średnio 0 – 5 mg/dm³. Zawartość związków azotu generalnie poniżej wartości dopuszczalnych dla wód pitnych.

Wody podziemne w utworach kredy górnej należą do wód klasy IIb i IIa, lokalnie mogą należeć do klasy III. Zasilanie wód odbywa się głównie na wychodniach i poprzez przesączenie z warstw nadległych jak również poprzez kontakty tektoniczne (Szadkowska, 2002, Józefko i in., 2018).

Górnójurajski poziom wodonośny w niecce łódzkiej charakteryzuje się wodami typu HCO₃-Ca-Na-Mg i HCO₃-Ca-Na-Cl. Mineralizacja ogólna wód przyjmuje wartości od 110 do 460 mg/dm³. Poziom jest zasilany w obrębie wychodni podkenozoicznych oraz przez drenaż nadległych warstw (Józefko i in., 2018).

Wody termalne

Wody termalne Niżu Polskiego są wodami poligenetycznymi, stanowiącymi mieszaninę słonych wód reliktowych z młodszymi wodami zwykłymi. (Bojarski i in., 1976) Wody termalne w niecce łódzkiej tworzą wspólny system hydrochemiczny. Głównym procesem kształtującym zróżnicowany skład chemiczny wód termalnych jest współdziałanie wód termalnych ze środowiskiem skalnym, na który zasadniczy wpływ ma temperatura. Zróżnicowanie mineralizacji i typów chemicznych wód należy wiązać z intensywnością ww. oddziaływania temperatura-woda-skała oraz czasem jego trwania. Jest szczególnie widoczne w głębszych częściach zbiorników wód termalnych gdzie obserwowany jest znaczny wzrost mineralizacji (rys. 6). Wysoką mineralizację wyjaśnia się powszechnie prostym ługowaniem pokładów solnych lub domieszką roztworów pokrystalizacyjnych towarzyszących złożom solnym. W pierwszym przypadku powstają solanki typu Cl-Na, ubogie w brom i wapń oraz inne pierwiastki śladowe, np. lit i bor. Natomiast w wyniku wytrącania złóż soli na poszczególnych etapach koncentracji wody morskiej w przestrzeniach porowych pozostają ewaporaty bogate w magnez, siarczany i potas oraz o znacznie podwyższonych zawartościach litu, boru, jodu i bromu. Podczas przybywania nowych osadów roztwory postsalinarne są przemieszczane z pokładów solnych do skał otaczających, gdzie ulegają zmieszaniu z roztworami innego typu, zmieniając swój skład chemiczny (Józefko i in., 2018).

| Wiek zbiornika wód termalnych | Typ hydrochemiczny wód termalnych [wg Altowskiego-Szwieca] | Mineralizacja | Temperatura na wypływie | Strefy hydrochemiczne i hydrodynamiczne | Warunki utleniająco-redukcyjne |
|-------------------------------|--|----------------------|-------------------------|--|--------------------------------|
| | | [g/dm ³] | [°C] | | |
| kreda dolna | HCO ₃ -Ca | 0,2 | 17,0 | intensywnej wymiany wód (bezpośrednie zasilanie infiltracyjne) | utleniające |
| | ↓ HCO ₃ -Na | 0,4 | 23,0 | | |
| | ↓ Na-Cl | 2,0 | 43,0 | zwolnionej wymiany wód (pośrednie zasilanie) | redukcyjne |
| | ↓ Cl-Na | 7,0 | 50,0 | | |
| | ↓ | 109 | 73,0 | stagnacji hydrodynamicznej i hydrochemicznej | |
| jura | HCO ₃ -Ca-Na | 0,4 | 20,1 | intensywnej wymiany wód (bezpośrednie zasilanie infiltracyjne) | utleniające |
| | ↓ HCO ₃ -Na-Ca | | | | |
| | ↓ Na-Cl | 2,2 | 47,0 | zwolnionej wymiany wód (pośrednie zasilanie) | |
| | ↓ Cl-Na | 157 | 70,0 | stagnacji hydrodynamicznej i hydrochemicznej | redukcyjne |
| | ↓ | | | | |
| trias dolny | Cl-Na | 11,2 | 46,0 | zwolnionej wymiany wód (pośrednie zasilanie) | utleniające |
| | Cl-Na | 300,0 | 141,5 | stagnacji hydrodynamicznej i hydrochemicznej | redukcyjne |

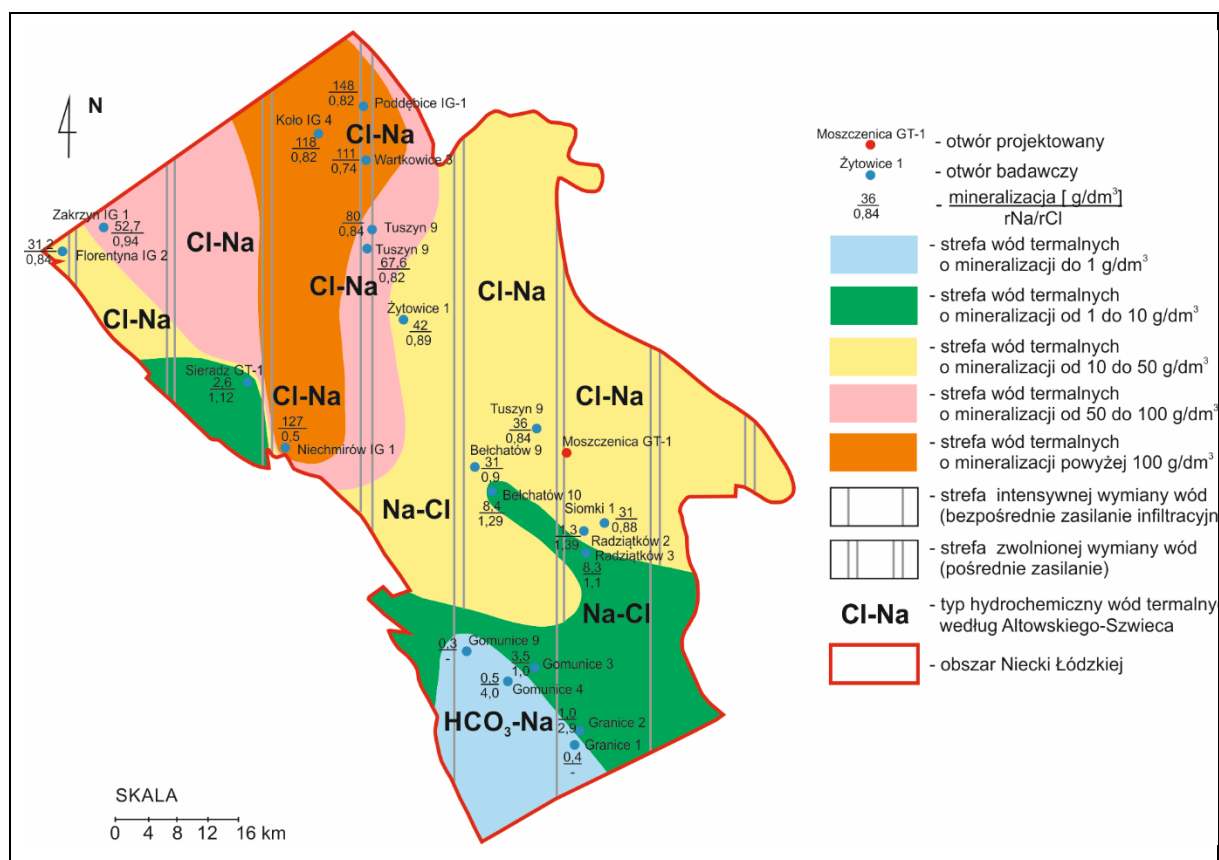
Rys. 6. Pionowa zmienność hydrochemiczna wód termalnych niecki łódzkiej

ŹRÓDŁO: Wiktorowicz, 2014

Schemat formowania się wód termalnych niecki łódzkiej (Wiktorowicz, 2014):

- Wody meteoryczne infiltrując w głąb ośrodka skalnego zasilają zbiornik wodonośny. Skład chemiczny i właściwości fizyczne wody zmieniają się w dostosowaniu do zmieniającego się środowiska litologicznego oraz warunków fizyczno-chemicznych. W ośrodku hydrogeologicznym zachodzą procesy wymiany woda-skała, których katalizatorem jest wzrost temperatury postępujący wraz z głębokością.
- Wody termalne najpłytszej strefy powstają w warunkach intensywnej wymiany wód, gdzie dominuje zasilanie infiltracyjne wskutek czego charakteryzują się zróżnicowanymi typami hydrochemicznymi oraz mineralizacją dochodzącą do 2 g/dm³.
- Następuje dalsze wzbogacanie wód w składniki mineralne wraz z przepływem w głąb ośrodka skalnego. Wzrasta również temperatura. Niektóre obszary cechuje wyjątkowo wysoki wzrost mineralizacji prawdopodobnie na skutek ługowania blisko występujących wysadów solnych. Skutkiem zachodzących procesów rozpuszczania ośrodka skalnego jest dalszy wzrost mineralizacji, temperatury i zmiana typów chemicznych wód termalnych z dominującymi Na-Cl i Cl-Na oraz mineralizacją znacznie przekraczającą 2 g/dm³ i dochodzącą do 300 g/dm³. Mineralizacja tych wód jest efektem powstawania w strefie utrudnionej wymiany o pośrednim zasilaniu określanej strefą wód mieszanych (rys. 6 i 7). W zbiorniku dolnotriasowym obserwuje

się również pojedyncze rejonu tzw. strefy stagnacji hydrochemicznej, odpowiadające występowaniu reliktowych solanek.



Rys. 7. Lokalizacja projektowanego otworu Moszczenica GT-1 w odniesieniu do mineralizacji oraz chemizmu wód termalnych w utworach jury niecki łódzkiej

ŹRÓDŁO: Wiktorowicz, 2014 z uzupełnieniami

Mineralizacja wód termalnych występujących w obrębie niecki łódzkiej zmienia się od 0,2 do ponad 300 g/dm³. Wody o najniższej mineralizacji od 0,2 do 109 g/dm³ związane są z utworami kredy dolnej. W utworach jury mineralizacja wzrasta i wynosi od 2,2 do 157 g/dm³. Najwyższą mineralizacją charakteryzują się wody, których kolektorem są utwory dolnego triasu. Ich mineralizacja waha się od 11,2 do ponad 300 g/dm³.

Pod względem składu chemicznego w wodach niecki łódzkiej dominują głównie typy HCO₃-Ca, HCO₃-Na, Na-Cl i Cl-Na (wg klasyfikacji Altowskiego-Szwieca).

Wody termalne w utworach **kredy dolnej** charakteryzują się najbardziej zróżnicowanymi typami hydrochemicznymi. Pierwszy typ HCO₃-Ca obserwowany jest w najpłytszym horyzoncie, na głębokościach od 50 do 928 m. Są to wody o niskiej mineralizacji od 0,2 do 0,37 g/dm³ przy temperaturze od 17 do 22,8°C. Drugi typ HCO₃-Na związany jest z głębokościami od 1478 do 2101 m. Mineralizacja wód tej strefy waha się od 0,3

do $0,43 \text{ g/dm}^3$. Wody mają temperaturę od 65 do 71°C . Trzeci typ Na-Cl stwierdzono na głębokościach od 1230 do 1807 m . Mineralizacja wód tej strefy kształtuje się od $2,05$ do $57,8 \text{ g/dm}^3$ przy temperaturze 55 do 70°C . Czwarty typ wody – Cl-Na występuje w najgłębszej części zbiornika na głębokościach od 1549 do 2220 m . Obserwuje się tu wody o najwyższej mineralizacji dochodzącej do 109 g/dm^3 i temperaturze od 50 do 73°C .

Przestrzenny rozkład typów chemicznych wody ściśle wiąże się z mineralizacją. Wody o mineralizacji do 2 g/dm^3 są wielojonowe, w których dominują HCO_3 i Ca. Wody o mineralizacji od 2 do 10 g/dm^3 to przeważanie wody typu Na-Cl i Na-Cl- HCO_3 . Wody o mineralizacji przekraczającej 10 g/dm^3 mają w zdecydowanej większości przypadków typ Cl-Na. Cechą charakterystyczną wód termalnych zbiornika kredy dolnej jest występowanie fluoru i bromu (Wiktorowicz, 2014, Haładus, Reicher, 1990).

W utworach **jury dolnej** wody termalne reprezentują trzy główne typy chemiczne. Pierwszy typ HCO_3 -Ca-Na i HCO_3 -Na-Ca występuje najpłycej w zakresie głębokości od 241 do 1297 . Są to wody o najniższej mineralizacji od $0,39$ do $0,56 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze od $20,1$ do $26,3^\circ\text{C}$. Typ Na-Cl jest obserwowany na głębokościach od 1230 do 2407 m . Mineralizacja wód tej strefy zmienia się w zakresie od $2,21$ do $117,8 \text{ g/dm}^3$ przy temperaturze od 47 do $69,5^\circ\text{C}$. Woda typu Cl-Na obserwowana na głębokości od 1347 do 2310 m wykazuje mineralizację od $2,6$ do $157,05 \text{ g/dm}^3$ i osiąga temperaturę od 70 do $98,5^\circ\text{C}$.

Zbiornik dolnojurajski podobnie jak dolnokredowy cechuje związek typów chemicznych z mineralizacją. Wody o mineralizacji od 2 do 10 g/dm^3 reprezentują najczęściej typ Na-Cl i Na-Cl- HCO_3 natomiast dla wód o mineralizacji powyżej 10 g/dm^3 najczęstszym typem jest Cl-Na. Charakterystyczna dla wód jury dolnej jest obecność jodu i bromu.

8. Koncepcja ujęcia wody termalnej, projektowany zakres prac

8.1. Opis i uzasadnienie lokalizacji otworu wiertniczego

W ramach niniejszego projektu zakłada się wykonanie otworu Moszczenica GT-1, którego zadaniem będzie rozpoznanie i ujęcie wód termalnych z utworów jury dolnej. W tym celu zaprojektowano otwór pionowy o głębokości końcowej 2660 m ($\pm 10\%$). Założona głębokość, zgodnie z obecnym stanem rozpoznania budowy geologicznej w rejonie Moszczenicy, pozwoli na przewiercenie pełnej miąższości utworów jury dolnej.

Lokalizacja projektowanego otworu została ustalona w oparciu o szczegółową analizę budowy geologicznej obszaru w rejonie planowanej inwestycji, rozmieszczenie działek będących w posiadaniu Inwestora, możliwości technicznych prowadzenia wiercenia

m in. ukształtowania terenu i zagospodarowania terenu oraz względów ekonomicznych prowadzenia eksploatacji, tj. bliskości infrastruktury, która w przyszłości może być zaopatrywana w ciepło geotermalne.

W przypadku osiągnięcia zaplanowanego celu projektu Inwestor zamierza wykorzystać eksploatowane zasoby wody geotermalnej do celów ciepłowniczych. Wśród potencjalnych odbiorców, w niedalekiej odległości od otworu badawczo-rozpoznawczego Moszczenica GT-1, znajdują się następujące budynki użyteczności publicznej: Urząd Gminy w Moszczenicy, Gminny Zespół Ochrony Zdrowia, Moszczenickie Tereny Inwestycyjne, Szkoła Podstawowa w Moszczenicy, Gminno-Szkolna Hala Sportowa, Gminny Ośrodek Kultury i Sportu oraz bloki mieszkalne.

Projektowany otwór termalny ulokowany na działce 640/55 położony jest bezpośrednio w obszarze Moszczenickich Terenów Inwestycyjnych, których teren przeznaczony jest na działalność usługowo-produkcyjną. Obszar ten stanowi szereg wydzielonych działek przeznaczonych pod inwestycje. Potencjalni inwestorzy, którzy na powyższych terenach będą budować hale magazynowo-produkcyjne zainteresowani są odbiorem ciepła bezpośrednio od spółki, która w przyszłości będzie odpowiadać za eksploatację otworu.

Należy również podkreślić, że w bezpośrednim sąsiedztwie strefy ekonomicznej znajduje się osiedle bloków mieszkalnych z istniejącą, po zakładową siecią ciepłowniczą oraz kompleks boisk sportowych GLKS „Włókniarz Moszczenica”. Drugi z powyższych obiektów może zostać wykorzystany do bezpośredniego schłodzenia wody termalnej przed zatłoczeniem do górotworu. Inwestor zakłada rozwój bazy sportowej poprzez budowę nowoczesnego, całorocznego kompleksu szkoleniowego w postaci basenów oraz podgrzewanych boisk sportowych.

Ponadto w przypadku powodzenia projektu w postaci wykonania otworu Moszczenica GT-1 i osiągnięcia zakładanych parametrów wody do potencjalnych odbiorców można zaliczyć szklarnie produkcyjne przedsiębiorstwa „Nowalijka”, obiekty magazynowo-produkcyjne strefy przemysłowej w miejscowości Jarosty, centrum logistycznego Piotrków w rejonie węzła drogowego Moszczenica w ciągu drogi S8, oraz bezpośrednie dostawy energii cieplnej do Elektrociepłowni Piotrków Trybunalski. Powyższa inwestycja będzie wymagała budowy ciepłociągu w kierunku południowym, wzdłuż linii kolejowej nr 1 Warszawa-Zachodnia-Katowice, na odcinku Moszczenica – Piotrków Trybunalski.

8.2. Przewidywana konstrukcja projektowanego otworu wiertniczego, technika i technologia wiercenia

Projektowana konstrukcja otworu wiertniczego Moszczenica GT-1 przedstawiona została w poniższej tabeli 4 oraz na załączniku 6. Konstrukcja otworu wiertniczego Moszczenica GT-1 została zaprojektowana z uwzględnieniem przedstawionego w rozdziale 6.4 profilu geologicznego.

Tabela 4. Projektowana konstrukcja otworu Moszczenica GT-1

| <u>Kolumna rur okładzinowych</u> Min. wymagania jakości stali | Interwał zarzucania od – do [m MD] | Cementacja |
|--|--|---|
| <u>Wstępna - 18 5/8" (473,1 mm)</u> K-55 | 0 – 65 | Do wierzchu |
| <u>Prowadnikowa - 13 3/8" (339,7 mm)</u> N-80 | 0 – 930 | Do wierzchu |
| <u>Techniczna - 9 5/8" (244,5 mm)</u> L-80 | 830 – 2440 (wiercenie do stropu jury dolnej) | Rury cementowane na całej długości. Kolumna zostanie zawieszona na wieszaku w rurach 13 3/8" |
| Kolumna filtrowa z filtrami typu Johnson o podwójnej ścianie z preobsypką - na konstrukcji z rur wewnętrznych 6 5/8" (168 mm) Zawieszona na wieszaku w rurach 9 5/8" i uszczelniona pakierem AISI-316L | 2400 - 2650 (ostateczna długość i interwał zapuszczenia kolumny zależne będą od warunków geologicznych) | Z uwagi na możliwe piaszczenie utworów jury dolnej zaleca się zastosowanie filtrów ze szczeliną ciągłą o szer. 0,5 mm oraz średnicą kulek szklanych 0,7-1,2 mm. Interwały części czynnych kolumny będą wyznaczone decyzją nadzoru geologicznego w oparciu o stwierdzone warunki złożowe . Przewidywana łączna długość części roboczych kolumny filtrowej wynosi 130 m (±20%). |

Uzbrojenie wylotu otworu

Ze względu na możliwość wystąpienia wód artezyjskich zaleca się wiercenie otworu Moszczenica GT-1 poniżej 930 m z zastosowaniem zestawu głowic przeciwerupcyjnych.

Sekcja 22" pod rury 18 5/8"

Wiercenie pod kolumnę wstępną będzie się odbywać świdrem gryzowym o średnicy 22" lub 23" przy użyciu płuczki bentonitowej o ciężarze 1,05 – 1,25 g/dm³.

Po osiągnięciu głębokości końcowej sekcji wykonane zostaną pomiary geofizyczne, a następnie do otworu zostaną zapuszczone rury okładzinowe 18 ⁵/₈". Zadaniem kolumny wstępnej 18 ⁵/₈" będzie zabezpieczenie ścian otworu w powierzchniowej strefie luźnych i nieskonsolidowanych utworów czwartorzędowych. Rury okładzinowe zostaną posadowione na głębokości 65 m. Przewiduje się zacementowanie rur okładzinowych w całym interwale. Za dobór zaczynu uszczelniającego i technologii cementowania rur będzie odpowiedzialny serwis cementacyjny, a zabiegi zostaną wykonane na podstawie odrębnych projektów. Po zabiegu cementacji rur należy zarządzić przestój technologiczny na wiązanie cementu dostosowany do użytego zaczynu cementowego, co najmniej 24 h.

Sekcja 17 ¹/₂" pod rury 13 ³/₈"

Wiercenie sekcji otworu pod kolumnę przewodnikową będzie prowadzone z zastosowaniem świrdrów gryzowych lub skrawających o średnicy 17 ¹/₂" przy użyciu płuczki potasowo-polimerowej o ciężarze 1,05 – 1,25 g/dm³ lub wyższym gwarantującym równowagę ciśnień w otworze.

Po osiągnięciu głębokości końcowej sekcji wykonane zostaną pomiary geofizyczne, a następnie do otworu zostaną zapuszczone rury okładzinowe 13 ³/₈". Zadaniem kolumny przewodnikowej 13 ³/₈" będzie zabezpieczenie ścian otworu oraz odizolowanie kredowych poziomów wodonośnych. Na rurach 13 ³/₈" zostanie zamontowana więźba rurowa oraz zestaw głowic przeciwerupcyjnych. Uzbrojenie wylotu otworu zostanie dobrane odpowiednio do przewidywanych w otworze zagrożeń naturalnych. Kolumna przewodnikowa zostanie posadowiona po przewierceniu utworów zbiornikowej formacji mogileńskiej na głębokości 930 m.

Po osiągnięciu głębokości końcowej sekcji wykonane zostaną pomiary geofizyczne, a następnie do otworu zostaną zapuszczone rury okładzinowe 13 ³/₈". Przewiduje się zacementowanie rur okładzinowych w całym interwale. Za dobór zaczynu uszczelniającego i technologii cementowania rur będzie odpowiedzialny serwis cementacyjny, a zabiegi zostaną wykonane na podstawie odrębnych projektów. Po zabiegu cementacji rur należy zarządzić przestój technologiczny na wiązanie cementu dostosowany do użytego zaczynu cementowego, co najmniej 48 h.

Sekcja 12 ¹/₄" pod rury 9 ⁵/₈"

Wiercenie otworu pod kolumnę rur 9 ⁵/₈" będzie prowadzone z zastosowaniem świrdrów gryzowych lub skrawających o średnicy 12 ¹/₄". Do wiercenia zostanie użyta płuczka potasowo-polimerowa o gęstości 1,05 – 1,25 g/dm³.

Po osiągnięciu głębokości końcowej sekcji wykonane zostaną pomiary geofizyczne, a następnie do otworu zostaną zapuszczone rury okładzinowe 9 5/8". Kolumna techniczna 9 5/8" będzie posadowiona w stropie utworów dolnej jury (formacja z Borucic). Dowiercanie do stropu formacji z Borucic musi być prowadzone pod ścisłą kontrolą geologa dozoru i w uzgodnieniu z geologiem nadzoru. Spodziewana głębokość stropu jury dolnej wynosi około 2440 m.

Po osiągnięciu głębokości końcowej sekcji wykonane zostaną pomiary geofizyczne, a następnie do otworu zostaną zapuszczone rury okładzinowe 9 5/8" i zawieszono na wieszaku w rurach 13 3/8". Przewiduje się zacementowanie rur okładzinowych na zakładkę z rurami 13 3/8". Za dobór zaczynu uszczelniającego i technologii cementowania rur będzie odpowiedzialny serwis cementacyjny, a zabiegi zostaną wykonane na podstawie odrębnych projektów. Po zabiegu cementacji rur należy zarządzić przestój technologiczny na wiązanie cementu dostosowany do użytego zaczynu cementowego, co najmniej 48 h.

Sekcja 8 1/2" - złożowa

Otwór będzie wiercony świdrem o średnicy 8 1/2" aż do głębokości końcowej 2660 m ($\pm 10\%$), tj. osiągnięcia utworów triasu dolnego (noryk – warstwy zbąszyneckie) następnie otwór zostanie poszerzony w całym odwierconym interwale do średnicy min. 9 1/2". Wiercenie sekcji złożowej należy prowadzić z wykorzystaniem świrdrów gryzowych lub skrawających oraz koronek rdzeniowych o średnicy 8 1/2". Jako alternatywę poszerzania otworu dopuszcza się użycie świrdra bicentrycznego o średnicy minimalnej 8 1/2" x 9 1/2". Do wiercenia sekcji użyta zostanie płuczka beżowa o gęstości 1,05 - 1,25 g/cm³. Skład i parametry zastosowanych płuczek powinny być dobrane przez wyspecjalizowany serwis płuczkowy.

W tej sekcji projektuje się pobranie rdzeni wiertniczych. Interwały rdzeniowania zostaną wybrane w oparciu o obserwacje geologiczne i wiertnicze – m.in. litologię próbek czy postępy wiercenia.

Po osiągnięciu głębokości końcowej wykonane zostaną w otworze badania geofizyczne oraz badanie rurowym próbnikiem złoża. Po zakończonym profilowaniu geofizycznym płuczka zostanie wymieniona na wodę złożową, po czym nastąpi filtrowanie otworu.

Kolumna filtrowa z filtrami typu Johnson pre-packed na konstrukcji z rur wewnętrznych o średnicy 6 5/8" zostanie zawieszona na wieszaku w głębokości około 2400 m i uszczelniona pakerem. Przewiduje się zastosowanie części czynnej filtra w interwale występowania utworów formacji z Borucic oraz formacji z Drzewicy. Konstrukcja kolumny i jej ostateczna długość zostaną ustalone w projekcie technicznym po odwierceniu sekcji złożowej, w oparciu o profil geologiczny otworu i pomiary geofizyki wiertniczej.

Ostateczna konstrukcja otworu zależeć będzie od stanu technicznego otworu. Głębokości posadowienia poszczególnych kolumn rur okładzinowych zostaną uzgodnione z osobą nadzoru geologicznego z uwzględnieniem stwierdzonych w otworze warunków geologiczno-złożowych.

Rury okładzinowe kolumny wstępnej 18 ⁵/₈” powinny być wykonane ze stali nie gorszej niż w gatunku K-55, kolumny przewodnikowej 13 ³/₈” ze stali nie gorszej niż w gatunku N-80, kolumny technicznej 9 ⁵/₈” ze stali nie gorszej niż w gatunku L-80, natomiast grubości ścianek nie powinny być mniejsze niż 10 mm. Kolumna filtrowa powinna być wykonana ze stali nierdzewnej w jakości nie gorszej niż AISI 316L.

Zastrzega się możliwość zmiany głębokości końcowej projektowanego otworu i możliwość przegłębienia otworu w zakresie 10% projektowanej głębokości końcowej, w przypadku innej niż zakładano głębokości zalegania formacji zbiornikowych jury dolnej. Decyzję o zmianie głębokości podejmie geolog nadzoru w porozumieniu z Inwestorem.

Konstrukcja projektowanego otworu Moszczenica GT-1 została dobrana w taki sposób, aby zapewnić bezpieczeństwo prowadzonych robót oraz ochronę środowiska, a w szczególności ochronę wód podziemnych i termalnych. Dobór płuczek wiertniczych ich skład i ciężar oraz użycie odpowiednich blokatorów do eliminacji ucieczek ma zadanie zminimalizować wpływ robót wiertniczych na przewiercane interwały wodonośne w szczególności najpłytszych poziomów wodonośnych wykorzystywanych użytkowo tj. piętra czwartorzędowego i utworów kredy górnej stanowiących główny horyzont wodonośny.

8.3. Informacje dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych

Przewiercone poziomy wodonośne będą izolowane poprzez rurowanie i cementowanie. Szczelność zacementowania rur okładzinowych sprawdzona zostanie pomiarami geofizycznymi (cementomierzem akustycznym). Projekt techniczny zabiegu cementowania poszczególnych kolumn rur okładzinowych zostanie opracowany z uwzględnieniem rzeczywistego profilu geologicznego otworu oraz poczynionych w trakcie wiercenia otworu obserwacji (np. określenie stref zaniku płuczki). Wszelkie obliczenia projektowe, w szczególności wymaganą objętość zaczynu cementowego, należy skorygować po odwierceniu sekcji, na podstawie wyników profilowania średnicy otworu.

W przewidywanym profilu geologicznym projektowanego otworu Moszczenica GT-1 zamykanie horyzontów wodnych odbywać się będzie poprzez zapuszczanie oraz cementację następujących kolumn rur okładzinowych:

- kolumna wstępna 18 ⁵/₈” – odcięcie poziomów wód podziemnych w obrębie utworów czwartorzędowych;
- kolumna przewodnikowa 13 ³/₈” – odcięcie poziomów wód podziemnych w obrębie utworów kredowych;
- kolumna techniczna 9 ⁵/₈” – odcięcie ewentualnych głębszych poziomów wód podziemnych w utworach jury górnej i środkowej. Kolumna zostanie posadowiona w stropie piaskowców zbiornikowych formacji z Borucic. Są to utwory porowate i chłonne, wobec czego może zaistnieć potrzeba zastosowania zaczynu cementowego z dodatkami zapobiegającymi migracji zaczynu do formacji (np. ścinki foliowe).

8.4. Dobór płynów wiertniczych

Przy doborze płuczki wiertniczej należy w szczególności mieć na uwadze:

- możliwość reagowania z płuczką minerałów ilastych występujących w utworach kredy dolnej (formacje włocławska i rogoźniańska) oraz jury górnej (formacja pałucka),
- występowanie stref chłonnych w profilu otworu, stwarzających ryzyko ucieczek płuczki oraz przychwycenia przewodu wiertniczego (głównie węglanowe utwory kredy górnej oraz piaskowce kredy dolnej i jury dolnej),
- ryzyko wypłukiwania ścian otworu w interwale występowania piaszczystych utworów kredy dolnej (formacja mogileńska),
- zapewnienie ochrony użytkowych poziomów wodonośnych czwartorzędu oraz kredy górnej przed ich zanieczyszczeniem płynami wiertniczymi,
- zapewnienie ochrony poziomów wód termalnych jury dolnej przed zanieczyszczeniem płuczką wiertniczą.

Z uwagi na konieczność ochrony jakości wód głównych użytkowych pięter wodonośnych w rejonie projektowanych prac (Q i Cr₃) oraz horyzontu wodonośnego GZWP nr 401 Niecka Łódzka (Cr₁), w przypadku wystąpienia w sekcjach 22”, 17 ¹/₂” i 12 ¹/₄” ucieczek płuczki, do ich likwidacji dopuszcza się użycie tylko i wyłącznie blokatorów mineralnych (węglanowych, mikowych), które pozostają neutralne dla środowiska wodnego. natomiast w sekcji złożowej dopuszcza się wyłącznie blokatory węglanowe.

8.5. Sposób i termin likwidacji otworu wiertniczego

Projektowany otwór Moszczenica GT-1 zostanie zlikwidowany w przypadku negatywnego wyniku wiercenia tj. nienawiercenia poziomów wodonośnych wód termalnych. Ostateczna decyzja odnośnie likwidacji zostanie podjęta przez Inwestora w porozumieniu

z nadzorem geologicznym. Sposób likwidacji podany zostanie w projekcie technicznym likwidacji i dostosowany będzie do stwierdzonego profilu litologicznego i aktualnego stanu technicznego.

Likwidacja otworu ma na celu wyeliminowanie wpływu wyrobiska na warunki powierzchniowe i powinna być wykonana w sposób, który zapewni szczelną izolację przewierconych poziomów wodonośnych oraz właściwą ochronę środowiska.

Otwór należy zlikwidować przez wykonanie korków cementowych. Interwały wykonania korków cementowych ustali nadzór geologiczny w oparciu o wyniki wiercenia. Ostatni korek cementowy należy wykonać od gł. 50 m do powierzchni terenu. Więźbę rurową należy wyciąć zgodnie z przepisami poniżej powierzchni terenu. Teren wokół otworu należy zrehabilitować i przywrócić do stanu sprzed rozpoczęcia robót.

8.6. Prace geodezyjne

Po zakończeniu robót wiertniczych i badawczych w otworze lub po ewentualnej jego likwidacji wykonawca wiercenia zapewni wykonanie geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych otworu oraz zgłosi je do właściwego ośrodka dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej, a także do właściwych organów samorządu terytorialnego. Prace te wykonane zostaną przez uprawnionego geodetę, w oparciu i zgodnie z obowiązującymi przepisami.

8.7. Charakterystyka i uzasadnienie zakresu oraz metod zamierzonych badań geofizycznych i geochemicznych oraz ich lokalizacji, badań hydrogeologicznych, hydrochemicznych, ilość i wielkość planowanych do pobrania próbek geologicznych

8.7.1. Badania geofizyczne

Pomiary geofizyczne w otworze Moszczenica GT-1 będą wykonywane po zakończeniu każdej sekcji otworu. Pomiary mają na celu określenie i ocenę:

- średnicy i krzywizny otworu,
- profilu litologiczno-stratygraficznego otworu,
- upadu warstw,
- interwałów przepuszczalnych w obrębie utworów strefy złożowej,
- rozkładu temperatury w otworze oraz stopnia geotermicznego,
- stanu zacementowania rur okładzinowych.

Zestaw projektowanych w otworze badań geofizycznych został dobrany w sposób umożliwiający realizację zarówno doraźnych, jak i przyszłych zadań geologicznych. Zakłada się wykonanie następujących pomiarów:

- **I zestaw badań – po zakończeniu wiercenia sekcji otworu o śr. 22”:**

- *profilowanie średnicy otworu*
- *profilowanie krzywizny otworu*
- *profilowanie gamma naturalne*

- **II zestaw badań – po zakończeniu wiercenia sekcji otworu o śr. 17 ½”:**

w bosym odcinku otworu:

- *profilowanie średnicy otworu*
- *profilowanie krzywizny otworu*
- *profilowanie gamma naturalne*

w zarurowanym odcinku otworu:

- *cementomierz akustyczny w rurach 18 5/8”*

- **III zestaw badań – po zakończeniu wiercenia sekcji otworu o śr. 12 ¼”:**

w bosym odcinku otworu:

- *profilowanie średnicy otworu*
- *profilowanie krzywizny otworu*
- *profilowanie gamma naturalne*

w zarurowanym odcinku otworu:

- *cementomierz akustyczny w rurach 13 3/8”*

- **IV zestaw badań – po zakończeniu wiercenia sekcji otworu o śr. 8 ½”:**

w bosym odcinku otworu:

- *profilowanie średnicy otworu*
- *profilowanie krzywizny otworu*
- *profilowanie gamma naturalne*
- *spektrometryczne profilowanie gamma naturalne*
- *profilowanie neutronowe*
- *spektrometryczne profilowanie lito-gęstościowe*
- *profilowanie oporności i potencjału naturalnego*
- *profilowanie upadu warstw skanerem mikro-opornościowym (XRMI)*

w zarurowanym odcinku otworu:

- *cementomierz akustyczny w rurach 9 5/8”*

- **V zestaw badań – po udostępnieniu interwału złożowego i zafiltrowaniu otworu:**

- *profilowanie temperatury w warunkach ustalonych po minimum 10-dniowej stójce w interwale od spągu kolumny filtrowej do wierzchu (dopuszcza się wykonanie badania po testach hydrodynamicznych).*

8.7.2. Testy hydrodynamiczne (pompowanie pomiarowe)

Po zakończeniu wiercenia otworu Moszczenica GT-1 i zafiltrowaniu otworu przewiduje się wykonanie pompowania oczyszczającego oraz testów hydrodynamicznych w celu rozpoznania parametrów hydrogeologicznych ujętego poziomu wodonośnego. Do otworu zapuszczona zostanie pompa głębinowa odporna na temperaturę wody złożowej o następujących parametrach: wysokość podnoszenia wody 300 m, wydajność nie mniej niż 200 m³/h. Sposób montażu pompy powinien umożliwić całkowite zamknięcie wypływu wody i obserwację odbudowy zwierciadła wody i ewentualnego ciśnienia na manometrze.

Projektuje się następujący przebieg testów:

- Wykonanie pompowania oczyszczającego

Pompowanie oczyszczające będzie wykonywane na jednym stopniu wydajności, a jego parametry ustali nadzór geologiczny. Celem pompowania oczyszczającego jest oczyszczenie strefy złożowej z pozostałości płuczki wiertniczej i zawiesiny pylastej czyli udrożnienie dróg dopływu wody do otworu przed pompowaniem pomiarowym i późniejszą eksploatacją otworu. Podczas pompowania oczyszczającego należy stosować udary hydrauliczne dla lepszego oczyszczenia strefy złożowej. Pompowanie prowadzone będzie do momentu wymiany 1,5-3 objętości wody w otworze lub do czasu uzyskania wody o odpowiedniej czystości pozbawionej piasku i zawiesiny pylastej. Następnie przeprowadzona zostanie obserwacja powrotu zwierciadła wody do poziomu statycznego. Na podstawie wyników pompowania oczyszczającego zostanie ustalona optymalna wielkość wydajności i depresji dla pompowania pomiarowego. Przewiduje się, że czas pompowania oczyszczającego nie przekroczy 12 h. Dopuszcza się prowadzenie pompowania oczyszczającego z zastosowaniem metody airlift przy użyciu kompresora.

- Wykonanie testów hydrodynamicznych

Pompowanie pomiarowe w postaci testu hydrodynamicznego rozpoczęte zostanie po ustabilizowaniu się zwierciadła wody w otworze po zakończonym pompowaniu oczyszczającym. Testy przeprowadzone zostaną przy trzech stopniach wydajności otworu tj. $Q_1 = 100 \text{ m}^3/\text{h}$, $Q_2 = 150 \text{ m}^3/\text{h}$ oraz $Q_3 = Q_{\text{max.teoret.}} = 200 \text{ m}^3/\text{h}$. Każdy z trzech stopni testu powinien trwać minimum 4h. W przypadku problemów

z magazynowaniem wody złożowej testy można prowadzić z dodatkową stabilizacją warunków po każdym stopniu trwającą maksymalnie 12 h. Zezwala się na zmianę wydajności oraz czasu trwania poszczególnych stopni testu hydrodynamicznego przez nadzór geologiczny w zależności od uzyskanych wyników pompowania oczyszczającego oraz możliwości magazynowania/zrzutu wody termalnej. Dokładny sposób przeprowadzenia i czas trwania testów hydrodynamicznych ustali nadzór geologiczny w projekcie technicznym sporządzonym po zakończeniu wiercenia, po uwzględnieniu danych z pompowania oczyszczającego otworu Moszczenica GT-1. Po wykonanym teście przeprowadzone zostaną obserwacje odbudowy ciśnienia na głowicy otworu, aż do czasu jego ustabilizowania.

Przyjęte założenia techniczne prowadzenia testu pozwolą ocenić parametry złożowe warstwy wodonośnej oraz ocenić parametry techniczno-eksploatacyjne ujęcia, które umożliwią prowadzenie eksploatacji bez negatywnego wpływu na środowisko i odnawialność zasobów wód termalnych. Powyższe założenia projektowe testów hydrodynamicznych uwzględniają również spodziewaną mineralizację płynu złożowego i konieczność utylizacji wyeksploatowanej solanki.

Podczas pompowania oczyszczającego i pomiarowego prowadzone będą pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych: wydajności, temperatury wody termalnej (czujnik na głowicy) oraz głębokości położenia zwierciadła (przy użyciu sondy ciśnieniowej) i/lub ciśnienia na głowicy (w przypadku pojawienia się samowypływu). Należy zapewnić automatyczną rejestrację parametrów w bazie danych z częstotliwością ustaloną przez nadzór geologiczny. W trakcie eksploatacji oczyszczającej, a także podczas wszystkich etapów testów hydrodynamicznych powinny być wykonywane badania wskaźnikowe, obejmujące oznaczenia szybkozmiennych cech fizykochemicznych wody tj. odczynu pH, potencjału redoks i przewodnictwa elektrolitycznego właściwego (PEW). Przewiduje się wykonywanie badań nie rzadziej niż co 1 godzinę.

8.7.3. Pobór próbek geologicznych

Próbki okruchowe będą pobierane na całej długości otworu z następującą częstotliwością:

- 0 – 820 m (tj. do spągu utworów kredy górnej): co 10 m,
- 820 – 2440 m (tj. do spągu jury środkowej): co 5 m lub wg decyzji geologa nadzoru.
- 2440 – 2660 m (tj. do głębokości końcowej otworu): co 3 m lub wg decyzji geologa nadzoru,

Rdzenie wiertnicze będą pobierane w sekcji złożowej otworu o średnicy 8 ½” w utworach piaskowcowych jury dolnej według decyzji geologa nadzoru. Przewiduje się pobór 4 rdzeni po 9 m każdy tj. o łącznej długości 36 m. W przypadku braku pełnego uzysku rdzenia przewiduje się kolejne marsze w celu uzyskania zakładanej sumarycznej długości rdzenia 36 m. Poszczególne interwały rdzeniowania zostaną określone przez nadzór geologiczny w porozumieniu z geologiem dozoru. Dopuszcza się zmianę zakresu rdzeniowania w sytuacji geologicznej skutkującej problemami z uzyskiem rdzenia i możliwością wystąpienia poważnej awarii wiertniczej.

Próby wody termalnej do analiz fizykochemicznych będą pobierane podczas pompowania oczyszczającego i pompowania pomiarowego (testu hydrodynamicznego), jedna próba wody na zakończenie pompowania oczyszczającego oraz po jednej próbie pod koniec każdego z trzech stopni testu hydrodynamicznego. Próby wody termalnej do badań izotopowych, promieniotwórczości oraz mikrobiologicznych będą pobrane podczas pompowania pomiarowego (testu hydrodynamicznego), po jednej próbie pod koniec trzeciego stopnia pompowania.

Próby gazu z wody termalnej do analizy składu chemicznego będą pobierane podczas trzeciego stopnia pompowania pomiarowego. W trakcie ww. opróbowania określony zostanie wykładnik gazowy.

8.8. Opis opróbowania podczas realizacji robót

8.8.1. Aparatura Kontrolno-Pomiarowa

Proces wiercenia otworu Moszczenica GT-1 będzie monitorowany przez pracowników aparatury kontrolno-pomiarowej (laboratorium polowe) od początku wiercenia otworu, tj. od początku wiercenia sekcji 22” pod rury 18 5/8” do zakończenia prac związanych z zafiltrowaniem otworu.

Obsługa laboratorium AKP będzie miała za zadanie wykonywanie na bieżąco następujących prac:

- rejestrację postępu wiercenia i rdzeniowania oraz innych parametrów technologicznych wiercenia,
- rejestrację parametrów płuczki wiertniczej,
- monitorowanie całkowitej zawartości gazów palnych w płuczce wiertniczej, w tym siarkowodoru,

- monitorowanie zaników płuczki wiertniczej oraz dopływów płynów złożowych do otworu.
- pobór prób okruchowych, przygotowanie do opisu litologicznego, pakowanie oraz inwentaryzację,
- sporządzanie profilu geologicznego otworu na podstawie opisów litologicznych próbek okruchowych i rdzeni prowadzonych przez dozór geologiczny,
- analizę węglanowości prób okruchowych i rdzeni (z częstotliwością podaną w rozdz. 8.7.3),
- rejestrację interwałów poboru prób okruchowych oraz rdzeni,

8.8.2. Obserwacja poziomów wodonośnych oraz badania rurowym próbnikiem złoża

Podczas wiercenia otworu Moszczenica GT-1 prowadzony będzie ciągły monitoring poziomu płuczki na zbiornikach w celu wychwycenia ewentualnych zaników płuczki lub dopływów płynu złożowego do otworu, mogących świadczyć o występowaniu potencjalnych poziomów zbiornikowych wód podziemnych.

W celu określenia potencjału interwału złożowego przewiduje się wykonanie 2 badań rurowym próbnikiem złoża. Opróbowane zostaną interwały o potencjalnie najkorzystniejszych parametrach zbiornikowych. Interwały do badań zostaną określone przez nadzór geologiczny w oparciu o bieżące wyniki wiercenia, w tym wyniki pomiarów geofizycznych.

8.8.3. Badania i pomiary specjalne

W przypadku konieczności zastosowania blokatorów podczas wiercenia, w sekcjach 22", 17 ½" i 12 ¼" dopuszcza się stosowanie blokatorów węglanowych lub mineralnych natomiast w sekcji złożowej dopuszcza się wyłącznie blokatory węglanowe. W przypadku nieuzyskania zakładanej wydajności otworu w wyniku stosowania blokatorów w sekcji złożowej, po przeprowadzonej eksploatacji oczyszczającej nadzór geologiczny może podjąć decyzję o przeprowadzeniu zabiegu oczyszczenia strefy przyodwiertowej (np. poprzez wykonanie przemycia kwasem). Zabieg zostanie wykonany poprzez przemycie kwasem wytypowanych interwałów strefy złożowej. Celem zabiegu będzie udrożnienie strefy przyodwiertowej z pozostałości płuczki i blokatorów. Ciecz kwasująca dobrana zostanie na etapie projektu technicznego.

8.9. Zakres badań laboratoryjnych obejmujący liczbę, metodykę i cel planowanych badań

8.9.1. Badania laboratoryjne próbek okruchowych i rdzeni

Na wybranych próbach okruchowych przeprowadzone zostaną badania stratygraficzne mające na celu określenie wieku utworów. Pozwoli to na precyzyjne określenie granic geologicznych w interwałach o trudnej do określenia przynależności stratygraficznej.

Z rdzeni wiertniczych pobrane zostaną próbki do następujących badań i analiz:

- gęstości, porowatości i współczynnika przepuszczalności utworów budujących poziom zbiornikowy wód termalnych przewiduje się wykonanie min. 20 oznaczeń.
- petrograficznych – analiza uziarnienia skał w płytkach cienkich (min. 5 próbek) oraz określenie składu mineralnego próbek metodą rentgenowskiej analizy fazowej (XRD) (opcjonalnie),
- stratygraficznych – w celu określenia wieku skał – w przypadku wątpliwości, co do określenia wieku (decyzja nadzoru w porozumieniu z dozorem geologicznym).

Ostateczna liczba próbek przekazanych do badań zostanie określona przez nadzór geologiczny w oparciu o bieżące wyniki wiercenia.

8.9.2. Badania laboratoryjne próbek wody termalnej

Podczas pompowania oczyszczającego i testów hydrodynamicznych wykonane zostaną następujące badania oraz zostaną pobrane próbki wody termalnej do analiz fizykochemicznych:

- próbki należy pobierać pod koniec pompowania oczyszczającego jedna próba i podczas trwania testów hydrodynamicznych, w końcowej fazie każdego z trzech stopni pompowania – po jednej próbce wody dla każdego stopnia,
- należy wykonać analizę wody w warunkach polowych dla określenia następujących wskaźników:
 - temperatury na wypływie,
 - przewodności elektrolitycznej właściwej (PEW),
 - pH.
- przeprowadzić badania laboratoryjne dla określenia następujących wskaźników:
 - twardość wody (ogólnej, węglanowej i niewęglanowej), zasadowość, suma składników stałych, mineralizacja ogólna, krzemionka jako SiO₂, kwas

metakrzemowy H_2SiO_3 , barwa, mętność, zapach, smak, odczyn, potencjał redox, przewodność elektrolityczna właściwa;

- (Na^+) , (K^+) , (Li^+) , (Ca^{+2}) , (Mg^{+2}) , (Ba^{+2}) , (Sr^{+2}) , (Fe^{+2}) , (Mn^{+2}) , (Zn^{+2}) , (Cu^{+2}) , (Ni^{+2}) , (Co^{+2}) , (Pb^{+2}) , (Cd^{+2}) , (Al^{+3}) , (Cr^{+3}) , (Mo^{+6}) , (V^{+5}) , (As^{+3}) , (Ti^{+2}) ;
 - (Cl^-) , (Br^-) , (I^-) , (SO_4^{-2}) , (HCO_3^{-2}) , (NO_2^-) , (NO_3^-) , (PO_4^{-3}) , (BO_3^{-3}) , (HBO_2) .,
 - CO_2 , H_2S ,
- badania mikrozanieczyszczeń: cyjanki, fenole, pestycydy, detergenty, TOC (ogólny węgiel organiczny), WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne) (na trzecim stopniu testu hydrodynamicznego),
 - badania mikrobiologiczne wody termalnej (na trzecim stopniu testu hydrodynamicznego),
 - przeprowadzić badania laboratoryjne dla określenia wieku wody metodą izotopów trwałych, badania radiochemiczne wody – oznaczenie radonu, radu, uranu, toru oraz całkowitej aktywności promieniotwórczej (na trzecim stopniu testu hydrodynamicznego),
 - laboratoryjne oznaczenie składu gazów rozpuszczonych w wodzie i określenie wykładnika gazowego (na trzecim stopniu testu hydrodynamicznego).

8.10. Przewidywana wielkość dopływu, jakość wody odpompowanej z otworu wiertniczego oraz sposób jej odprowadzania

Podczas głębinienia otworu prace wiertnicze i dobór płuczki wiertniczej o odpowiednich parametrach są zaprojektowane tak, by zapobiec zarówno dopływom wód złożowych jak i ucieczkom płuczki wiertniczej w przypadku przewiercania horyzontów wodonośnych.

Po osiągnięciu głębokości końcowej, w projektowanym otworze Moszczenica GT-1 przewiduje się przeprowadzenie pompowania pomiarowego (testu hydrodynamicznego). Opis badań hydrogeologicznych przedstawiono w rozdziale 8.7.2.

Za wielkość przewidywanego dopływu wód do projektowanego otworu przyjmuje się przewidywaną wydajność otworu tj. $200 \text{ m}^3/\text{h}$. Sumaryczna wielkość dopływu zależna będzie od czasu trwania pompowania pomiarowego.

Woda z pompowania oczyszczającego i testów hydrodynamicznych zrzucana będzie na zbiornik o minimalnej pojemności 3000 m^3 , który zostanie zbudowany przez Wykonawcę wiercenia. Zbiornik zostanie wybudowany w sposób uniemożliwiający migrację eksploatowanych wód do środowiska gruntowo-wodnego.

Woda z pompowania oczyszczającego zostanie zgodnie z przepisami prawa, zutylizowana przez odpowiednie firmy.

Woda z pompowania pomiarowego (testu hydrodynamicznego) zostanie zgodnie z przepisami prawa, zutylizowana przez odpowiednie firmy.

W przypadku uzyskania wody o niższej niż przewidywana mineralizacji dopuszcza się również możliwość zrzutu wody (po uprzednim jej schłodzeniu w zbiorniku ziemnym) do cieku powierzchniowego, zgodnie z zapisami ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (tekst jednolity w Dz.U. z 2021 r., poz. 2233 ze zm.). Zrzut do cieku poprzedzony powinien być analizą przepływu w odbiorniku i możliwości odbioru wód z pompowania bez wpływu na środowisko wodne.

9. Określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu organowi administracji geologicznej, wraz ze wskazaniem sposobu i terminu ich przekazania

Próby okruchowe oraz rdzenie wiertnicze pobrane z otworu Moszczenica GT-1 według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w *sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej* (Dz.U. z 2017 r. poz. 2075) należą do próbek czasowego przechowywania (art. 8 rozporządzenia) i zgodnie z zapisami ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. z 2022 r., poz. 1072 - teks jednolity z późn. zm) nie podlegają przekazaniu Państwowej Służbie Geologicznej. Z uwagi jednak na fakt, że projektowany otwór Moszczenica GT-1 będzie otworem rozpoznającym głębokie struktury podłoża, mogącym dostarczyć informację geologiczną o wyjątkowym znaczeniu dla rozpoznania budowy geologicznej tej części kraju, proponuje się traktować próbki skał z otworu Moszczenica GT-1 jak próbki trwałego przechowywania, zgodnie z art. 2 ust. 2 pkt. 2 przytoczonego wyżej rozporządzenia. W związku z tym próbki te będą przekazane Państwowej Służbie Geologicznej nie później niż 60 dni od dnia ich uzyskania, zgodnie z zapisami art. 82 ustawy *Prawo geologiczne i górnicze*.

W zawiązku z powyższym zakres, formę i tryb przekazywania próbek geologicznych uzyskanych w wyniku prowadzenia projektowanych robót geologicznych określa rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w *sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych* (Dz. U. z 2015 r. poz. 903).

W toku prowadzonych w otworze robót geologicznych zostaną pobrane do badań laboratoryjnych próbki wody złożowej oraz zawartego w niej gazu. Zgodnie z rozporządzeniem

Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. z 2017 r. poz. 2075), planowane do pobrania próby wody oraz gazu kwalifikują się jako „próbki geologiczne czasowego przechowywania” i nie podlegają przekazaniu organowi administracji geologicznej. Próbkę tę zostaną poddane odpowiednim badaniom laboratoryjnym, zgodnie z zapisami niniejszego projektu.

Z otworu Moszczenica GT-1 pobierane będą dwa komplety prób okruchowych suchych, tj. przemytych i wysuszonych w temperaturze nie wyższej niż 105°C. Każda próbka powinna mieć wagę minimum 100 g. Próbkę po wysuszeniu będą wsypywane do woreczków zapewniających integralność próbek, a następnie umieszczane w odpowiednio opisanych skrzynkach z uwzględnieniem podziału na komplety. Próbkę oraz skrzynki winne być opisane w sposób zgodny z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz. U. z 2015 r. poz. 903).

Pobrane rdzenie wiertnicze należy umieszczać w skrzynkach o długości 1,0 m z zasuwany wiekiem, przestrzegając ułożenia „strop-spąg”. Opis skrzynek oraz zabezpieczenie rdzeni powinny być dostosowane do wymogów określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz. U. z 2015 r. poz. 903).

Po zakończonym rdzeniowaniu rdzenie wiertnicze zostaną przecięte na dwie części zgodnie z płaszczyzną równoległą do osi walca.

Rdzenie powinny być udokumentowane fotograficznie zarówno przed przecięciem (w skrzynkach), jak i po przecięciu, zwracając uwagę na rejestrację cech litologicznych, teksturalnych i strukturalnych.

Spakowane i zabezpieczone rdzenie wiertnicze oraz próby okruchowe, zostaną przekazane Państwowej Służbie Geologicznej nie później niż 60 dni od dnia ich uzyskania.

10. Etapy i harmonogram prac

W niniejszym projekcie robót geologicznych zaprojektowano wykonanie jednego otworu termalnego Moszczenica GT-1 do maksymalnej głębokości pionowej 2926 m (2660 m \pm 10 %). Roboty geologiczne, których zakres został określony w niniejszym projekcie wykonane będą w kilku etapach. Po uzyskaniu decyzji zatwierdzającej Projekt Robót Geologicznych i ustaleniu źródła finansowania jako pierwszy zostanie wykonany etap przygotowania inwestycji. Głównym celem tego etapu będzie przeprowadzenie postępowań

przetargowych oraz wybór wykonawców odpowiedzialnych za wykonanie zaprojektowanych robót geologicznych w tym m.in. nadzoru nad realizacją inwestycji, nadzoru i dozoru geologicznego oraz głównego wykonawcy wiercenia wraz z serwisami towarzyszącymi. Kolejnym etapem będzie realizacja robót geologicznych objętych projektem. W skład tego etapu wchodzi m.in. pozyskanie niezbędnych zgód i decyzji zatwierdzających (w tym m.in. plan ruchu), wykonanie placu budowy oraz transport i montaż urządzenia wiertniczego i serwisów towarzyszących. W następnym kroku zostanie wykonane wiercenie i opróbowanie otworu. Po uzyskaniu pozytywnych wyników spełniających oczekiwania inwestora otwór zostanie zabezpieczony i przygotowany do eksploatacji. W przypadku negatywnego wyniku złożowego otwór zostanie zlikwidowany. Po zakończeniu prac otworowych nastąpi demontaż i demobilizacja urządzenia wiertniczego, a w dalszej kolejności wykonana zostanie rekultywacja terenu. W końcowym etapie prac w zależności od wyniku otworu zostanie opracowana dokumentacja hydrogeologiczna lub dokumentacja inna.

Harmonogram projektowanych robót geologicznych:

1. Etap przygotowania inwestycji (4 miesiące):
 - a. Opracowanie wymagań technicznych (1 miesiąc)
 - b. Przeprowadzenie postępowań przetargowych (2 miesiące)
 - c. Wybór wykonawców wiercenia i podpisanie Umów (1 miesiąc)
2. Etap realizacji robót geologicznych:
 - a. Pozyskanie niezbędnych zgód i decyzji (2 miesiące)
 - b. Prace przygotowawcze, transport i montaż urządzenia wiertniczego (3 miesiące)
 - c. Wiercenie i testy złożowe (5 miesięcy)
 - d. Demontaż i demobilizacja urządzenia wiertniczego (1 miesiąc)
 - e. Rekultywacja terenu po działalności górniczej (1 miesiąc)
3. Opracowanie i zatwierdzenie dokumentacji wynikowej (6 miesięcy od zakończenia prac otworowych)
4. Podsumowanie wyników wykonanych robót geologicznych i rozliczenie finansowe projektu (1 miesiąc)

Tabela 5. Harmonogram zamierzonych robót geologicznych.

| Okres [miesiące] | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Rodzaj prac | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Przygotowanie inwestycji | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Realizacja robót geologicznych | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dokumentacja geologiczna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Podsumowanie i rozliczenie finansowe projektu | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

11. Oddziaływanie zamierzonych prac związanych z wykonaniem otworu wiertniczego na środowisko

11.1. Określenie oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na środowisko

Zgodnie z par. 3 ust. 1 pkt 44 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. z 2019 r. poz. 1839), projektowana inwestycja związana z wierceniem otworu Moszczenica GT-1 nie należy do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko.

11.2. Występowanie obszarów chronionych w miejscu projektowanych robót

Zgodnie z art. 6 ust. 1 ustawy o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. (Dz. U. z 2022 r. poz. 916 - tekst jednolity) formami ochrony przyrody są: „parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, obszary Natura 2000, pomniki przyrody, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne, zespoły przyrodniczo-krajobrazowe oraz ochrona gatunkowa roślin, zwierząt i grzybów”.

Projektowany otwór Moszczenica GT-1 leży poza granicami innych form ochrony przyrody wymienionych w ustawie o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. (Dz. U. z 2022 r., poz. 916 - tekst jednolity) Najbliżej projektowanego otworu Moszczenica GT-1,

w odległości ok. 5,8 km w kierunku północno-wschodnim przebiega granica Obszaru Chronionego Krajobrazu Doliny Wolbórki. W odległości ok. 5,9 km w kierunku południowo-wschodnim zlokalizowany jest rezerwat przyrody o nazwie Dęby w Meszczach, a w odległości ok. 8,4 km w tym samym kierunku znajduje się rezerwat przyrody Meszcze. W odległości ok. 7,4 km w kierunku południowo-wschodnim przebiega granica Sulejowskiego Parku Krajobrazowego.

Projektowane roboty nie będą oddziaływać w sposób negatywny na wymienione powyżej formy ochrony przyrody.

11.3. Opis zagrożeń dla środowiska naturalnego związanych z rodzajem projektowanych robót

W bezpośrednim otoczeniu otworu projektowanego otworu Moszczenica GT-1 w trakcie jego wiercenia przewiduje się wystąpienie niewielkich, krótkotrwałych i nieciągłych wpływów przedmiotowej inwestycji na środowisko naturalne. Zakłada się możliwość wystąpienia następujących rodzajów zagrożeń dla środowiska naturalnego:

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

Roboty wiertnicze będą oddziaływać na środowisko naturalne z niewielką intensywnością. Wykonawca będzie podejmował działania mające na celu zapewnienie ochrony środowiska zgodnie z wymogami obowiązujących przepisów prawnych zawartych w ustawach i rozporządzeniach z zakresu ochrony środowiska oraz stanu współczesnej wiedzy technicznej, a w szczególności w zakresie wyżej wymienionych elementów.

11.3.1. Zagrożenie dla gleb i gruntów

Oddziaływanie projektowanych robót na środowisko gruntowe pojawi się na etapie prac przygotowawczych, związanych m. in. ze zdjęciem i sprzymowaniem warstwy wierzchniej gleby (tzw. humusu), niwelacją terenu wiertni, utwardzeniem placów i dróg dojazdowych, wykonaniem fundamentów pod urządzenia wiertnicze czy wykonaniem podziemnych ciągów instalacji elektrycznej oraz wodnej.

Prace związane z niwelacją terenu wiertni spowodują czasową zmianę charakteru powierzchni oraz sposobu jej użytkowania. Pierwotny charakter terenu zajętego przez wiertnię zostanie przywrócony w wyniku rekultywacji po zakończeniu prac związanych z wierceniem i opróbowaniem otworu.

W celu zabezpieczenia przed możliwością zanieczyszczenia gleby i ziemi paliwami, olejami czy substancjami chemicznymi służącymi do przygotowania płuczki, w ramach prac przygotowawczych jeszcze przed rozpoczęciem wiercenia, należy teren wiertni w miejscach stosowania substancji potencjalnie niebezpiecznych (pompy płuczkowe, magazyny płuczkowe, magazyny paliw i smarów, pojemniki z odpadami) zabezpieczyć za pomocą geomembrany, na której ułożone zostaną betonowe płyty. Konieczne może być również wykonanie rowu opaskowego wokół wiertni, który będzie zbierał wody opadowe. Zastosowanie powyższych rozwiązań stanowi dodatkowe zabezpieczenie gruntu oraz wód gruntowych przed migracją zanieczyszczeń w wyniku ewentualnej awarii (Wójcik, 2013).

Po zakończeniu prac na otworze lub po jego likwidacji zostanie przeprowadzona rekultywacja gruntów zgodnie z ustawą z dnia 3 lutego 1995 r. *o ochronie gruntów rolnych i leśnych* (Dz.U. 2021 poz. 1326 - tekst jednolity). Po wykonaniu rekultywacji teren zostanie przekazany Inwestorowi.

11.3.2. Zagrożenia dla wód powierzchniowych i podziemnych

Proces wiercenia otworu wymaga stosowania płuczek wiertniczych, które pełnią szereg funkcji – m.in. oczyszczanie otworu z urobku, kontrolowanie ciśnień w otworze, utrzymywanie stateczności ścian. Do sporządzania i regulowania właściwości płuczek wiertniczych w czasie realizacji otworu wiertniczego stosowane są różnorodne organiczne i nieorganiczne środki chemiczne oraz materiały płuczkowe. Substancje te, oprócz regulowania parametrów płuczki wiertniczej, stanowią równocześnie główne źródło zanieczyszczeń wód podziemnych i powierzchniowych (Steliga, Uliasz, 2012).

W zasadzie wszystkie przypadki potencjalnego zanieczyszczenia wód w procesie wykonywania otworu wiertniczego należy rozpatrywać w kategoriach zdarzeń awaryjnych, spowodowanych nieprawidłowościami w prowadzonych pracach lub zawodnością urządzeń. Prawidłowa konstrukcja otworu oraz badania szczelności cementowania skutecznie chronią warstwy wodonośne przed potencjalnym zanieczyszczeniem. Prawidłowa gospodarka odpadami oraz odpowiedni sposób postępowania ze stosowanymi substancjami chemicznymi w połączeniu z zabezpieczeniem powierzchni terenu (uszczelnienie i drenaż) minimalizują

ryzyko przedostania się zanieczyszczeń do wód powierzchniowych i podziemnych (Woźnicka, 2012).

W celu zapewnienia bezpieczeństwa środowisku wodnemu w miejscu prowadzonych prac podmiot wykonujący wiercenie będzie zobowiązany do:

- wyłożenia placu wiertni w miejscach stosowania substancji potencjalnie niebezpiecznych (pompy płuczkowe, magazyny płuczkowe, magazyny paliw i smarów, pojemniki z odpadami) specjalną, nieprzepuszczalną geomembraną oraz betonowymi płytami;
- zastosowania odpowiednich rozwiązań, w tym technologii prac i urządzeń, celem ograniczenia powstawania nadmiernej ilości ścieków i odpadów (w tym płuczki wiertniczej i odpadów niebezpiecznych);
- odpowiedniego przechowywania powstających ścieków (w tym ścieków socjalno-bytowych), odpadów wydobywczych i niebezpiecznych oraz innych substancji mogących negatywnie oddziaływać na środowisko w specjalnie do tego celu przeznaczonych miejscach, pomieszczeniach, lub pojemnikach, eliminujących ryzyko ich przedostania się do środowiska gruntowo-wodnego oraz ich sukcesywnego wywożenia do uprawnionego odbiorcy;
- stosowania bezpiecznych dla środowiska materiałów płuczkowych oraz środków neutralizujących ewentualne wycieki oleju;
- zgodnego ze sztuką wiertniczą oraz odpowiednimi rozporządzeniami izolowania przewiercanych poziomów wodonośnych, tj. rurowania kolumną rur okładzinowych i cementowania przestrzeni pozarurowej;
- prowadzenia próbnych eksploatacji z uwzględnieniem zapisów ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. *Prawo wodne* (Dz. U. z 2021 r. poz. 2233 – tekst jednolity) dotyczących sposobu postępowania z wykorzystanymi wodami termalnymi.

Woda opadowa z terenu wiertni będzie zbierana rowem opaskowym i w miarę możliwości wykorzystywana na cele technologiczne (sporządzanie płuczki wiertniczej).

Projektowane wiercenie nie będzie oddziaływać na wody podziemne i powierzchniowe poprzez pobór wody. Woda dla celów technologicznych będzie dostarczana rurociągiem lub cysterną od lokalnych wodociągów.

11.3.3. Wpływ zamierzonych robót na wody podziemne GZWP nr 401

Projektowany otwór Moszczenica GT-1 będzie wykonywany na obszarze szczególnie istotnego dla zaopatrzenia ludności w wodę pitną Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr

401 (Niecka Łódzka). W związku z tym konieczne jest określenie wpływu projektowanego wiercenia oraz przyszłej eksploatacji wód termalnych z poziomu jury dolnej na warunki zasilania zbiornika GZWP nr 401, a co za tym idzie – na jego zasoby odnawialne.

GZWP nr 401 Niecka Łódzka jest zbiornikiem wody słodkiej w piaskach, żwirach i słabo zwięzłych piaskowcach kredy dolnej (Mikołajków, Sadurski red., 2017). Poziom wodonośny kredy dolnej w rejonie niecki łódzkiej, mimo głębokiego występowania na dużej części obszaru GZWP nr 401, ma strategiczne znaczenie dla zaopatrzenia ludności w wodę do picia w rejonach dużych aglomeracji miejskich i szczególnie intensywnie jest eksploatowany w rejonie miasta Łódź. Pobór wód podziemnych z poziomu zbiornikowego wynosi łącznie ok. 35 000 m³/d, co stanowi ok. 36 % wielkości jego szacowanych zasobów dyspozycyjnych (97 200 m³/d). Możliwości eksploatacyjne zbiornika są więc jeszcze duże, ale silnie zróżnicowane przestrzennie. W północnej części zbiornika pobór stanowi 67% zasobów dyspozycyjnych, natomiast w części południowej jedynie 3% (Mikołajków, Sadurski red., 2017; Rodzoch, Pazio-Urbanowicz, 2015).

W przypadku GZWP nr 401 głównym problemem nie jest ochrona jakościowa, lecz ilościowa jego zasobów wodnych. Pomimo, że niebezpieczeństwo sčerpywania zasobów statycznych tego poziomu zostało obecnie zażegnane przez ograniczenie poboru wód, ważne jest ustalenie, jak duże są jego zasoby odnawialne i dyspozycyjne. W tym celu niezbędne jest wiarygodne rozpoznanie kierunków i wielkości zasilania poziomu kredy dolnej (Rodzoch, Pazio-Urbanowicz, 2015).

W opracowaniu dotyczącym określenia zasilania i drenażu wód podziemnych GZWP nr 401 Rodzoch i Pazio-Urbanowicz (2015) stwierdzają, że na obszarze występowania tego GZWP nie obserwuje się zagrożeń geogenicznych związanych z ascencją wód słonych. Zaprezentowane przez tych autorów wyniki badań modelowych potwierdzają pogląd, że poziom wodonośny kredy dolnej w rejonie niecki łódzkiej jest zasilany głównie z przesączania pionowego wód w rejonie jego wychodni podkenozoicznych (61,5% całego zasilania przy zasobach odnawialnych obliczonych dla całego GZWP nr 401 wynoszących około 183 600 m³/d). Nie potwierdzają natomiast twierdzenia, spotykanego w niektórych publikacjach, że zasilanie poziomu wodonośnego kredy dolnej przez dopływ wód z utworów węglanowych kredy górnej praktycznie nie zachodzi, z uwagi na zamknięcie szczelin. Według wymienionych autorów zasilanie to wynosi 25,5% całości (46 800 m³/d). Największy dopływ obserwuje się w rejonie Łodzi, co jest związane z intensywną eksploatacją poziomu kredy dolnej. W zasilaniu poziomu kredy dolnej bierze również udział dopływ wód z utworów jury od strony wału kujawskiego, zaznaczający się najsilniej w rejonie Łodzi (ok. 8000 m³/d), oraz od strony północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich w południowej części obszaru. Z uwagi na występowanie ciągłego kompleksu osadów słabo przepuszczalnych w podłożu poziomu wodonośnego kredy dolnej (osadów iłowcowo-marglistych beriasu, walanżynu i hoterywu oraz łupków marglistych i iłowców kimerydu górnego), stanowiącego skuteczną barierę dla dopływu wód z utworów jurajskich, zasilanie to jest

niewielkie. Łącznie szacuje się je na około 23 920 m³/d (13,0% całości zasobów odnawialnych). Ustalono na modelu zasilanie poziomego zbiornikowego od dołu z poziomu jury górnej jest marginalne i wynosi około 50 m³/d (Rodzoch, Pazio-Urbanowicz, 2015)

Celem geologicznym projektowanego otworu Moszczenica GT-1 jest poziom zbiornikowy jury dolnej, który izolowany jest od góry szeregiem regionalnych kompleksów uszczelniających (Górecki red., 2006). W rejonie projektowanego wiercenia zalicza się do nich:

- pokrywa ilasto-marglista albu górnego,
- ciągły kompleks izolacyjny kimerydu górnego, walanżynu i hoterywu, wykształcony w postaci słabo przepuszczalnych margli ilastych, iłowców i mułowców formacji pałuckiej, rogoźniańskiej i włocławskiej, rozdzielający piętro wodonośne jury górnej (oksfordu) od piasków i słabo zwięzłych piaskowców albu środkowego i lokalnie hoterywu górnego, tworzących GZWP nr 401,
- łupki ilaste batonu dolnego,
- łupki ilaste aalenu górnego i najniższego bajosu dolnego.

Według Góreckiego (2006), rozpatrując profil jury środkowej pod względem występowania skał uszczelniających dla wód geotermalnych, najkorzystniejsze warunki występują właśnie w centralnej części wału środkowopolskiego (rys. 3), tj. na wale kujawskim.

Pionowa łączność hydrauliczna zbiornika dolnokredowego z niżej leżącymi poziomami wodonośnymi jury może natomiast występować w strefach zaangażowanych tektonicznie. Według Góreckiego (2006) południowo-zachodnia krawędź wału kujawskiego (strefa dyslokacyjna Gopło – Lutomiersk) stanowi tu istotną strefę po części zasilania, a po części drenażu hydrodynamicznego. Znajduje się ona jednak w znacznej odległości od projektowanego otworu rzędu kilkudziesięciu km i nie powinna mieć znaczenia dla planowanego ujęcia wód termalnych.

W świetle powyższych informacji projektowane wiercenie oraz eksploatacja ujęcia wód termalnych **nie powinny mieć wpływu** na warunki zasilania użytkowego piętra wodonośnego dolnej kredy z uwagi na prawdopodobny brak kontaktu hydraulicznego tego piętra z poziomami zbiornikowymi jury dolnej na obszarze występowania GZWP nr 401.

Nie bez znaczenia jest fakt, że w przypadku osiągnięcia celu robót geologicznych Inwestor będzie musiał wykonać otwór chłonny, którym wykorzystana woda termalna będzie zatłaczana z powrotem do złoża zatem eksploatacja wód termalnych otworem projektowanym otworem Moszczenica GT-1 nie będzie oddziaływać negatywnie na bilans zasobów wód dolnojurajskiego kolektora wód termalnych.

Wg niniejszego projektu i przedstawionej w projekcie robót geologicznych analizy wynika, że poziomy wód termalnych przewidziane do ujęcia oddzielone są od wyżej zalegających warstw wodonośnych pakietami utworów izolujących, które uniemożliwiają bezpośredni kontakt wód różnych

poziomów. Konstrukcja projektowanego otworu Moszczenica GT-1 również gwarantuje zachowanie izolacji przewiercanych kolektorów wód podziemnych.

W związku z przedstawionymi w projekcie robót geologicznych możliwymi kontaktami tektonicznymi w znacznej odległości rzędu kilkudziesięciu km od projektowanego otworu może dochodzić do ewentualnych zmian reżimu w warstwach wodonośnych wód zwykłych w tym GZWP nr 401, jednakże wpływ ten ujawnić się może dopiero na skutek wieloletniej eksploatacji systemu geotermalnego niecki i nie jest możliwy do zbadania na podstawie projektowanych testów hydrodynamicznych. Należy mieć na uwadze, że czas trwania próbnych pompowań/testów hydrodynamicznych jest wypadkową minimalnego czasu trwania testu pozwalającego na udokumentowanie zasobów eksploatacyjnych projektowanego ujęcia i możliwości magazynowania solanki pozyskanej podczas testu.

W wyniku prac geologicznych przewidzianych w projekcie robót geologicznych powstanie dokumentacja hydrogeologiczna określająca zasoby eksploatacyjne otworu uwzględniająca możliwości zasilania otworu określone na podstawie testów hydrodynamicznych. W dokumentacji określone zostają warunki eksploatacji złoża z uwzględnieniem możliwych do przewidzenia wpływów wieloletniej pracy ujęcia termalnego. Na podstawie ww. dokumentacji hydrogeologicznej przygotowywany jest projekt zagospodarowania złoża stanowiący załącznik do koncesji, który akceptowany jest przez organ koncesyjny - Marszałka Województwa, i który musi spełniać założenia eksploatacji przedstawione w dokumentacji.

Określenia ewentualnego wpływu projektowanego ujęcia Moszczenica GT-1 oraz innych projektowanych i eksploatowanych otworów ujmujących dolnojurajski kolektor wód termalnych w rejonie GZWP 401 Niecka Łódzka będzie możliwe na podstawie wieloletniej eksploatacji w porozumieniu z właścicielami ujęć wód zwykłych, którzy zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa i na podstawie decyzji pozwoleń wodnoprawnych mają narzucony obowiązek wykonywania monitoringu ujęć i badania jakości wody. Jeśli wieloletnia eksploatacja wody termalnej w obszarze GZP 401 Niecka Łódzka prowadzona będzie we współpracy zakładów górniczych wód termalnych z właścicielami ujęć wód zwykłych wówczas ewentualne zmiany będzie można zdiagnozować i opisać we wczesnej fazie, co przyczyni się do lepszego rozpoznania mechanizmu krążenia wody i umożliwi wprowadzenie środków ograniczających ewentualny wpływ eksploatacji wód termalnych na wody zwykłe nadległych poziomów wodonośnych w tym GZWP nr 401.

W rejonie projektowanego ujęcia wód podziemnych Moszczenica GT-1 brak jest ujęć wód zwykłych ujmujących poziom wodonośny GZWP 401 Niecka Łódzka. Najgłębszy otwór ma głębokość 155 m i ujmuje główny użytkowy poziom wodonośny w utworach kredy górnej (zał. 9).

11.3.4. Emisja zanieczyszczeń do powietrza

Głównymi źródłami emisji zanieczyszczeń do powietrza podczas wiercenia otworu będą:

- silniki spalinowe służące do napędu urządzenia wiertniczego i pomp płuczkowych;
- silniki spalinowe napędzające agregaty prądotwórcze;
- prace spawalnicze;
- ruch pojazdów związany z dostawami materiałów, surowców i urządzeń.

Główne substancje emitowane do powietrza na tym etapie to: pyły, dwutlenek siarki, tlenki azotu i tlenek węgla (Starzycka, 2014).

Podczas wszystkich etapów związanych z projektowanym poszukiwaniem i rozpoznawaniem wód termalnych podjęte będą następujące działania minimalizujące bądź eliminujące emisję substancji do powietrza:

- zastosowanie urządzeń powodujących emisję o odpowiednich parametrach;
- ograniczenie czasu emisji do niezbędnego minimum;
- używanie wysokiej jakości paliwa i olejów;
- wprowadzenie ograniczenia prędkości dla pojazdów poruszających się po drogach gruntowych, żuźlowych lub wysypanych tłuczniami, w celu ograniczenia pylenia;
- prowadzenie okresowej kontroli sprawności urządzeń wiertniczych oraz ich przeglądy i konserwacje; stosowanie sprawnego sprzętu, zgodne z jego przeznaczeniem.

11.3.5. Emisja hałasu do środowiska

Do głównych źródeł hałasu na terenie wiertni należą:

- sprzęt i maszyny budowlane podczas montażu wiertni lub rekultywacji terenu: dźwigi, koparki, spychacze;
- obiekty stacjonarne i urządzenia technologiczne wiertni: wyciąg wiertniczy, agregaty prądotwórcze, silniki napędowe urządzenia wiertniczego, pompy płuczkowe, sita wibracyjne, kompresory;
- transport samochodowy – pojazdy ciężarowe do przewozu surowców, materiałów i odpadów.

Wielkość emisji hałasu urządzeń wiertniczych do środowiska naturalnego zależy w dużym stopniu od usytuowania podzespołów urządzenia. Poziom oddziaływanie hałasu na otoczenie na granicy urządzenia wiertniczego może być zmniejszany poprzez odpowiednią lokalizację najgłośniejszych podzespołów w stosunku do obiektów chronionych lub budynków

mieszkalnych oraz wykorzystanie efektu ekranowania innych podzespołów i urządzeń wiertni (Macuda, 2010).

W celu ograniczenia negatywnego oddziaływania hałasu na środowisko należy rozważyć możliwość otoczenia terenu wiertni wałem ziemnym (najlepiej ze zdjętej warstwy humusu) o wysokości do 2,5 m. Dodatkowo zaleca się oszalowanie szybu wieży wiertniczej specjalnymi ekranami tłumiącymi hałas oraz takie usytuowanie kontenerów zaplecza technicznego i socjalnego aby pełniły jednocześnie funkcję ekranów akustycznych. Proponuje się ponadto ograniczenie ruchu pojazdów wjeżdżających na teren wiertni do pory dziennej, tj. godzin pomiędzy 6:00 a 22:00.

11.3.6. Zarządzanie odpadami

Gospodarka odpadami będzie prowadzona zgodnie z zapisami *Ustawy o odpadach* z dnia 14 grudnia 2012 r. (Dz. U. 2021 r. poz. 779 – tekst jednolity) oraz *Ustawy o odpadach wydobywczych* z dnia 10 lipca 2008 r. (Dz. U. z 2021 r. poz. 1972 - tekst jednolity).

W trakcie robót wiertniczych wytwarzane będą odpady niebezpieczne oraz inne niż niebezpieczne.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w *sprawie katalogu odpadów* (Dz.U. 2020 r. poz. 10) do odpadów niebezpiecznych zaliczać się będą głównie:

- zużyte oleje hydrauliczne, silnikowe, przekładniowe oraz smary stosowane do urządzeń wiertniczych;
- zużyte filtry;
- opakowania zawierające pozostałości substancji niebezpiecznych lub nimi zanieczyszczone;
- świetlówki;
- sorbenty, tkaniny i ubrania ochronne zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi.

Odpady niebezpieczne będą powstawać na skutek zużywania się olejów oraz filtrów i związanej z tym konieczności ich wymiany. Ograniczenie powstawania odpadów niebezpiecznych będzie prowadzone poprzez stosowanie olejów i smarów wysokiej jakości, dokonywanie przeglądów podzespołów oraz wymian olejów i filtrów zgodnie z dokumentacją techniczno-ruchową jak i poprzez ograniczenie do minimum pracy urządzeń na biegu jałowym.

Wśród odpadów innych niż niebezpieczne wymienić należy:

- płuczki wiertnicze i inne odpady wiertnicze (w tym urobek wiertniczy w postaci zwiercin);
- wody termalne pochodzące z eksploatacji oczyszczających i pomiarowych;
- opakowania niezanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi;
- ścieki socjalno-bytowe.

Głównym źródłem powstawania odpadów jest proces wiercenia i wykonywania prób w odwiercie. Zasadniczą częścią odpadów wytwarzanych podczas wiercenia otworów są zwierciny (ich udział szacuje się na 50 – 75%) . Odpady powstają w wyniku oddzielenia fazy stałej od płuczki na sitach wibracyjnych oraz innych urządzeniach, np. odpiaszczaczach, wirówkach. Odpady wydobywcze powstają również wtedy, gdy następuje zmiana parametrów wiercenia i płuczka jest wymieniana na inny rodzaj lub po zakończeniu prac. Odpady te stanowią także resztki zaczynów cementowych pochodzące z procesów cementowania rur oraz wody podziemne pochodzące z pompowań hydrodynamicznych (źródło: http://geoportal.pgi.gov.pl/odpady/rodzaje_odpadow).

Do głównych elementów lub substancji zawartych w odpadach wiertniczych zaliczać się będą:

- środki chemiczne używane do sporządzania i regulacji parametrów reologicznych płuczek wiertniczych;
- płyny złożowe – np. wysoko zmineralizowane wody podziemne, w tym termalne;
- biocydy zapobiegające procesom fermentacji płuczki;

W świetle ustaw i rozporządzeń, w gospodarce odpadami wiertniczymi minimalizacja ilości i obniżenie stopnia szkodliwości odpadów powstających podczas wiercenia są działaniami priorytetowymi, które są realizowane przede wszystkim poprzez:

- efektywne operacje oczyszczania płuczki wiertniczej – zamknięty obieg i odzysk płuczki dzięki zastosowaniu siatki na sitach wibracyjnych o odpowiedniej wielkości oczek, pozwalającej na skuteczne oddzielenie fazy stałej i płynnej oraz dodatkowe urządzenia w systemie oczyszczania płuczki;
- oszczędną gospodarkę płuczką i wodą oraz odrębne składowanie odpadów o różnym stopniu szkodliwości (Steliga, Uliasz, 2012);
- stosowanie płuczki o małej toksyczności (tzn. bentonitowej lub polimerowej zamiast chlorkowej).

Aby zminimalizować ilość odpadów na terenie wiertni powstanie program gospodarowania odpadami wydobywczymi, który będzie sporządzony zgodnie

z obowiązującymi przepisami ustawy z dnia 10 lipca 2008 r. *o odpadach wydobywczych* (Dz. U. z 2021 r. poz. 1972 - tekst jednolity).

Powstałe w czasie wiercenia zwierciny wraz z odpadami płuczkowymi będą gromadzone w szczelnych stalowych zbiornikach i na bieżąco wywożone przez firmę posiadającą pozwolenie na transport i magazynowanie lub przetwarzanie tych odpadów. Zwierciny nie powinny zawierać substancji toksycznych ani metali ciężkich.

Pozostałe odpady, w tym odpady niebezpieczne, będą przechowywane w przeznaczonych do tego celu kontenerach oraz pojemnikach oznaczonych kodem określającym rodzaj odpadu. Ścieki socjalne będą sukcesywnie wywożone do lokalnej oczyszczalni ścieków.

Wody złożowe pochodzące z pompowania oczyszczającego i testów hydrodynamicznych będą utylizowane lub zrzucane do cieku wodnego (woda z testów hydrodynamicznych) na podstawie zaakceptowanego przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie zgłoszenia wodnoprawnego.

Wszystkie odpady będą magazynowane w sposób uniemożliwiający ich przedostanie się do środowiska naturalnego. Gospodarowanie odpadami zostanie zlecone podmiotom posiadającym zezwolenie właściwych organów na prowadzenie działalności w zakresie gospodarowania określonego rodzaju odpadami.

11.4. Ocena ryzyka środowiskowego

W celu określenia ewentualnego wpływu wiercenia i przyszłej eksploatacji otworu przeprowadzono ocenę ryzyka środowiskowego związanego z projektowanymi pracami. Sposób oceny ryzyka wynika z ewentualnych lub przewidywanych sytuacji konfliktowych i zagrożeń, a jej celem jest minimalizacja negatywnych skutków realizacji otworu geotermalnego. W związku z brakiem szczegółowych wytycznych w tym zakresie odnoszących się do przedsięwzięć związanych z wykonaniem otworu geotermalnego, posłużono się metodą zaproponowaną przez M. Wójcik z PGNiG S.A. dla procesu poszukiwania i eksploatacji niekonwencjonalnych złóż węglowodorów (Wójcik, 2018). Metoda ta została dostosowana przez autorów niniejszego projektu do przedsięwzięć związanych z poszukiwaniem i eksploatacją wód termalnych.

Ryzyko to pojęcie wieloznaczne i złożone, które może być definiowane jako ewentualność wystąpienia jakiegoś zdarzenia, którego spełnienie się będzie miało negatywny wpływ na realizację zamierzonego celu, bądź jako możliwość wystąpienia niechcianej sytuacji, mogącej wpłynąć na obniżenie poziomu sukcesu, bądź jako miara prawdopodobieństwa

zaistnienia niezadowalającego rezultatu, wpływającego na realizację projektu. Ryzyko środowiskowe, to zgodnie z definicją – rzeczywiste lub potencjalne zagrożenie identyfikowane jako negatywny wpływ na organizmy żywe i środowisko wynikające z działalności danej organizacji. Bardzo ważne jest przy tym rozróżnienie pojęcia zagrożenia (sytuacja, która w określonych okolicznościach może prowadzić do powstania szkód) oraz pojęcia ryzyka (iloczyn prawdopodobieństwa zajścia zdarzenia powodującego zagrożenie oraz skali jego negatywnych skutków). Wytypowanie bowiem zagrożeń nie stanowi jeszcze określenia ryzyka. Na potrzeby oceny wpływu planowanych prac poszukiwawczych i eksploatacyjnych na środowisko oraz zagrożeń, jakie mogą wystąpić ze strony określonych elementów środowiskowych i ludzi, wyróżniono dwa główne etapy prac i następujące czynności:

- etap wiercenia: przygotowanie terenu wiertni, wiercenia otworu, badania geofizyczne i hydrogeologiczne, demontaż urządzenia wiertniczego i rekultywacja terenu,
- etap eksploatacji: budowa infrastruktury zakładu górniczego, wydobywanie wody termalnej.

Do najczęściej wymienianych zagrożeń środowiskowych mogących wystąpić podczas wiercenia otworu i eksploatacji wody termalnej należą (Wójcik, 2018):

- degradacja gleb poprzez budowę wiertni i dróg dojazdowych,
- zmiana rzeźby terenu,
- lokalne zanieczyszczenie powierzchni ziemi i gruntów paliwami, środkami myjącymi oraz materiałami służącymi do sporządzania płuczek wiertniczych, gruzem, cementem, żwirem,
- zanieczyszczenie wód powierzchniowych oraz podziemnych w wyniku awaryjnego odprowadzania do nich ścieków, przenikania zanieczyszczeń ze zbiorników odpadów, zachwianie równowagi hydrogeologicznej poprzez znaczny pobór wód,
- emisje hałasu oraz zanieczyszczeń atmosferycznych powstałych w wyniku spalania paliw.

Za Wójcik (2018) zaproponowano sposób przeprowadzania analizy ryzyka, który zawiera listę kluczowych zagrożeń środowiskowych możliwych do wystąpienia na etapie wiercenia oraz eksploatacji wód termalnych, których pojawienie się w analizowanym projekcie generuje ryzyko (Tab. 7). Następnie należy określić prawdopodobieństwo zaistnienia analizowanego zdarzenia, możliwy wpływ, opisać ryzyko oraz określić sposób jego minimalizowania. Prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka określono za pomocą macierzy ryzyka (Tab. 6).

Poziom ryzyka mierzony jest jako wypadkowa prawdopodobieństwa wystąpienia analizowanego zdarzenia oraz skali jego negatywnych skutków dla środowiska i człowieka.

Na potrzeby niniejszego projektu założono, że:

- ryzyko duże występuje, gdy analizowane zdarzenie może wystąpić wielokrotnie w ciągu roku lub w najbliższym terminie oraz spowoduje duży wpływ na środowisko i człowieka,
- ryzyko średnie – gdy analizowane zdarzenie może wystąpić więcej niż 1 raz w roku oraz spowoduje znaczący wpływ na środowisko i człowieka,
- ryzyko małe – gdy analizowane zdarzenie może wystąpić 1 raz w roku lub wcale oraz spowoduje niewielki wpływ na środowisko i człowieka.

Podczas planowania inwestycji związanej z eksploatacją wód termalnych jury dolnej otworem Moszczenica GT-1, której częścią jest m.in. niniejszy projekt robót geologicznych, skorzystano z baz danych przestrzennych dotyczących m.in. form ochrony przyrody w Polsce oraz danych geologicznych PIG-PIB a także wielu innych ogólnodostępnych baz danych. Po wprowadzeniu ich do systemu informacji przestrzennej GIS i naniesieniu lokalizacji projektowanego otworu można uzyskać szybką informację zwrotną o potencjalnych ryzykach środowiskowych.

Przedstawiony model analizy ryzyka środowiskowego pozwala na identyfikację kluczowych przypadków ryzyka wpływających na realizację projektowanych prac. Rezultatem tej identyfikacji jest swoisty rejestr ryzyka. Poziom ryzyka środowiskowego oznaczony kolorem czerwonym w arkuszu analizy ryzyka informuje, że dane zagrożenie implikuje duże ryzyko, które jest nieakceptowalne i wymaga natychmiastowego działania oraz monitorowania. Kolor żółty wskazuje ryzyko średnie, wymagające monitorowania, zaś kolor zielony – ryzyko małe, znikome i wymagające okresowej weryfikacji bez konieczności monitorowania.

Tabela 6. Matryca ryzyka (wg. Wójcik, 2018 zmodyfikowana)

| Skutki dla człowieka i środowiska | | Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia | | |
|---|-------------|--|-------------------------|---------------------------|
| | | 1 raz w roku lub wcale | więcej niż 1 raz w roku | wielokrotnie w ciągu roku |
| | | małe (1) | średnie (2) | duże (3) |
| Niewielki wpływ na środowisko i człowieka | małe (1) | ryzyko małe | ryzyko małe | ryzyko średnie |
| Znaczący wpływ na środowisko człowieka | średnie (2) | ryzyko małe | ryzyko średnie | ryzyko duże |
| Duży wpływ na środowisko i człowieka | duże (3) | ryzyko małe | ryzyko duże | ryzyko duże |

Tabela 7. Arkusz analizy ryzyka (wg. Wójcik, 2018 zmodyfikowany)

| Rodzaj zagrożenia | Zagrożenie | Poziom ryzyka środowiskowego | | Konsekwencje | Działania minimalizujące ryzyko |
|-------------------|--|------------------------------|-------------------|--|---|
| | | Etap wiercenia | Etap eksploatacji | | |
| Środowiskowe | Lokalizacja na obszarach chronionych (obszary Natura 2000, rezerваты przyrody, parki narodowe, parki krajobrazowe) | ryzyko małe | ryzyko małe | finansowe, prawne, zamknięcie inwestycji | otwór zlokalizowano poza granicami obszarów chronionych |
| | Lokalizacja w odległości mniejszej niż 500 m od obszarów ochrony przyrody i ich otulin | ryzyko małe | ryzyko małe | finansowe, prawne | otwór zlokalizowano w odległości ok. 5,8 km od najbliższego obszaru chronionego tj. Obszaru Chronionego Doliny Wolbórki |
| | Lokalizacja w bezpośrednim sąsiedztwie osuwisk, na terenach podmokłych | ryzyko małe | ryzyko małe | finansowe, prawne | otwór zlokalizowano poza terenem osuwiskowym i podmokłym |
| | Lokalizacja w strefach ochrony ujęć wód podziemnych oraz obszarach ochrony GZWP, zbiorników wód śródlądowych | ryzyko średnie | ryzyko małe | prawne | otwór zlokalizowano poza strefami ochronnymi ujęć wód podziemnych i zbiorników śródlądowych; otwór znajduje się w obrębie GZWP nr 401 Niecka Łódzka wydzielonym w utworach kredy dolnej, dolnokredowy poziom wodonośny nie jest przewidziany do eksploatacji i zostanie odizolowany rurami osłonowymi |
| | Lokalizacja na obszarach zagrożonych powodzią | ryzyko małe | ryzyko małe | finansowe, prawne, zamknięcie inwestycji | otwór zlokalizowano poza obszarami zagrożonymi powodzią |
| | Lokalizacja w strefie lub w pobliżu strefy ochrony uzdrowiskowej, dużej koncentracji zabudowy letniskowej, w strefie mniejszej niż 500 m od zabudowy mieszkalnej | ryzyko średnie | ryzyko małe | finansowe, prawne | w pobliżu otworu brak stref ochrony uzdrowiskowej oraz dużej koncentracji zabudowy letniskowej, w strefie do 500 m istnieje zabudowa mieszkalna |
| | Lokalizacja na stanowiskach archeologicznych lub w ich pobliżu | ryzyko małe | ryzyko małe | finansowe, prawne | w miejscu lokalizacji otworu oraz w jego sąsiedztwie brak stanowisk archeologicznych |
| | Wycieki paliw, substancji i mieszanin | ryzyko średnie | ryzyko małe | migracja zanieczyszczeń do | na etapie wiercenia teren wiertni zostanie |

| | | | | |
|---|----------------|-------------|--|---|
| chemicznych oraz odpadów płynnych do środowiska | | | ziemi i do wód powierzchniowych i podziemnych, zmiana jakości wód pitnych, pogorszenie właściwości produkcyjnych gleby | zabezpieczony przed wyciekami paliw i substancji chemicznych, zbiornik technologiczny będzie wyłożony folią izolacyjną; na etapie eksploatacji brak tego typu zagrożeń |
| Zwiększony pobór wód powierzchniowych i podziemnych | ryzyko małe | ryzyko małe | finansowe, prawne | na etapie wiercenia przewiduje się pobór wód do celów technologicznych i socjalnych zaplecza wiertni; w czasie eksploatacji wydobyta woda termalna będzie po odzyskaniu ciepła zatłaczana z powrotem do górotworu otworem chłonnym, nie przewiduje się poboru zwykłych wód podziemnych i powierzchniowych |
| Zwiększony pobór energii | ryzyko średnie | ryzyko małe | finansowe | zwiększony pobór energii elektrycznej przewiduje się jedynie na etapie wiercenia do napędu urządzenia wiertniczego; w trakcie eksploatacji energia elektryczna potrzebna będzie jedynie dla zasilenia agregatów pompowych, otwór będzie służył do produkcji czystej energii cieplnej (geotermalnej) |
| Zwiększona produkcja ścieków | ryzyko średnie | ryzyko małe | finansowe, prawne, migracja ścieków bytowych lub komunalnych do ziemi, wód powierzchniowych lub wód podziemnych | zaplecze socjalne wiertni należy wyposażyć w szczelne, okresowo opróżniane urządzenia sanitarne; na etapie eksploatacji odwiertu nie przewiduje się powstawania ścieków bytowych i komunalnych |
| Zwiększona produkcja odpadów niebezpiecznych i innych niż niebezpieczne | ryzyko średnie | ryzyko małe | finansowe, prawne | płuczka i urobek geologiczny będzie gromadzony w szczelnych zbiornikach, woda termalna z pompowania oczyszczającego i pomiarowego będzie gromadzona w specjalnie przygotowanym i izolowanym ziemnym |

| | | | | | |
|---|----------------|-------------|---|--|--|
| | | | | | zbiorniku technologicznym; na etapie eksploatacji przewiduje się wykonanie szczelnego betonowego zbiornika na okresowy zrzut wody technologicznej |
| Wzrost promieniotwórczości | ryzyko małe | ryzyko małe | finansowe, zdrowotne | | nie przewiduje się wzrostu promieniowania na etapie wiercenia oraz eksploatacji otworu |
| Zniszczenie upraw rolnych i leśnych, płoszenie gatunków chronionych | ryzyko małe | ryzyko małe | finansowe, prawne | | otwór zlokalizowano poza obszarami upraw rolnych i leśnych, nie występują tu również gatunki chronione zwierząt |
| Emisja ponadnormatywnego hałasu | ryzyko średnie | ryzyko małe | finansowe, prawne | | zwiększona emisja hałasu może wystąpić jedynie na etapie wiercenia, w celu ograniczenia emisji hałasu przewiduje się wykorzystanie urządzenia wiertniczego o napędzie elektrycznym |
| Stosowanie oświetlenia w porze nocnej | ryzyko średnie | ryzyko małe | wpływ na ludzi i zwierzęta | | zwiększone oświetlenie w porze nocnej będzie stosowane wyłącznie na etapie wiercenia i będzie krótkotrwałe |
| Wzrost natężenia ruchu | ryzyko średnie | ryzyko małe | chwilowe zanieczyszczenie powietrza, hałas | | wzrost natężenia ruchu może wystąpić jedynie na etapie wiercenia i wiązać się będzie z dostawą materiałów i dojazdem pracowników |
| Wibracje i drgania, indukowane wstrząsy sejsmiczne | ryzyko średnie | ryzyko małe | pękanie budynków, uciążliwość dla funkcjonowania mieszkańców | | niewielkie drgania mogą być indukowane jedynie w trakcie wiercenia i nie będą mieć wpływu na budynki i ludzi |
| Emisja do powietrza gazów i pyłów | ryzyko małe | ryzyko małe | finansowe, prawne, zdrowotne, uciążliwość oddechowa i zapachowa | | w trakcie wiercenia oraz późniejszej eksploatacji nie przewiduje się emisji gazów i pyłów |
| Zmiany stosunków wodnych | ryzyko małe | ryzyko małe | obniżenie zwierciadła wód, zmniejszenie ciśnienia poboru wody w sieci | | zarówno na etapie wiercenia jak i eksploatacji nie przewiduje się zmiany stosunków wodnych w rejonie otworu, woda termalna będzie po |

| | | | | | |
|--|---|-------------------|-------------|---|---|
| | | | | | odzyskaniu ciepła zatłaczana z powrotem do górotworu otworem chłonnym |
| | Zniszczenie/naruszenie melioracji, dróg, mostów, deformacja terenu, uruchomienie osuwisk, naruszenie ciągłości terenów podmokłych | ryzyko średnie | ryzyko małe | finansowe, prawne, lokalne utrudnienia komunikacji | lokalne utrudnienia komunikacyjne mogą wystąpić jedynie na etapie wiercenia w związku z transportem materiałów i pracowników wiertni; nie przewiduje się natomiast deformacji terenu, uruchomienia osuwisk czy naruszenia ciągłości terenów podmokłych zarówno na etapie wiercenia jak i eksploatacji otworu |

W rozpatrywanym przypadku (Tab. 7), dotyczącym wykonania i przyszłej eksploatacji otworu Moszczenica GT-1 możemy orzec, iż przedsięwzięcie to nie jest obarczone znaczącym ryzykiem środowiskowym. Większość zagrożeń o średnim poziomie ryzyka związane jest przede wszystkim z etapem wiercenia otworu. Późniejsza eksploatacja otworu wiąże się z niewielkim ryzykiem środowiskowym (Tab. 7).

Biorąc pod uwagę przedstawioną w niniejszym rozdziale analizę należy stwierdzić iż projektowane przedsięwzięcie nie będzie znacząco oddziaływać na środowisko, zarówno na etapie realizacji jak i późniejszej eksploatacji.

12. Rodzaj dokumentacji geologicznej mającej powstać w wyniku robót geologicznych

W przypadku nawiercenia poziomów wód termalnych wyniki przeprowadzonych w otworze prac wraz z ich interpretacją oraz określeniem stopnia osiągnięcia zamierzonego celu zostaną przedstawione w dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. z 2016 r., poz. 2033).

W przypadku braku nawiercenia poziomów wodonośnych wód termalnych sporządzona zostanie dokumentacja geologiczna prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Klimatu i Środowiska

z dnia 23 grudnia 2020. w sprawie innych dokumentacji geologicznych (Dz. U. 2020 r. poz. 2449).

13. Uwagi końcowe, podsumowanie

1. Projekt robót geologicznych opracowany został na zlecenie Gminy Moszczenica, ul. Kosowska 1, 97-310 Moszczenica. Celem projektowanych prac jest wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Moszczenica GT-1 ujmującego wody termalne oraz ustalenia jego zasobów eksploatacyjnych.
2. Przewiduje się wykonanie otworu Moszczenica GT-1 do głębokości 2660 m ($\pm 10\%$) i ujęcie wód termalnych o temperaturze na wypływie ok. 70°C przy wydajności eksploatacyjnej otworu ok. $200\text{ m}^3/\text{h}$ i mineralizacji poniżej 100 g/dm^3 . Wody te wykorzystane zostaną głównie do celów ciepłowniczych.
3. Projektowany otwór Moszczenica GT-1 zlokalizowany zostanie na działce nr ewid. 640/55 obręb 0018 Moszczenica w miejscowości Moszczenica. Działka stanowi własność Skarbu Państwa, natomiast Inwestor tj. Gmina Moszczenica z siedzibą przy ul. Kosowskiej 1, 97-310 Moszczenica posiada prawo do użytkowania wieczystego ww. nieruchomości.
4. Wykonawca prac wiertniczych zobowiązany jest sporządzić plan ruchu i uzyskać jego zatwierdzenie przez właściwego miejscowo Dyrektora Okręgowego Urzędu Górniczego.
5. Prace wiertniczo-badawcze muszą być wykonywane pod nadzorem geologicznym, zgodnie z obowiązującymi przepisami.
6. Wnioskuje się o upoważnienie nadzoru geologicznego do bieżącego korygowania założeń projektu w zakresie głębokości odwiertu (wg założeń projektu), konstrukcji otworu, systemu zarurowania i opróbowania. Dokładny sposób zafiltrowania i głębokości posadowienia poszczególnych kolumn rur ustali nadzór geologiczny w porozumieniu z kierownikiem ruchu zakładu na podstawie otrzymanych wyników badań i sytuacji geologicznej w otworze.
7. Wyniki przeprowadzonych robót geologicznych, wraz z ich interpretacją oraz określeniem stopnia osiągnięcia zamierzonego celu, należy przedstawić w dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wody termalnej.
8. W przypadku negatywnych wyników wiercenia otwór Moszczenica GT-1 zostanie zlikwidowany, ostateczna decyzja odnośnie likwidacji zostanie podjęta przez Inwestora w porozumieniu z nadzorem geologicznym. Likwidacja będzie przeprowadzona na

podstawie projektu technicznego, w którym przedstawiony zostanie szczegółowy sposób likwidacji i rekultywacji terenu, w zależności od sytuacji geologicznej w otworze.

9. Niniejszy projekt w 2 egzemplarzach należy przedłożyć Marszałkowi Województwa Łódzkiego celem zatwierdzenia.

14. Spis wykorzystanych publikacji i materiałów

1. Bojarski L., Płochniewski Z., Stachowiak J., 1976 – *Wody termalne na Nizinie Polskiej*. Kwart. Geol., 20, 3: 657 – 674.
2. Bujakowski W., Barbacki A., Bielec B., Hołojuch G., Kasztelewicz A., Kępińska B., Lankof L., Miecznik M., Mierzwa E., Pająk L., Skrzypczak R., Tomaszewska B. i in., 2014 – *Badania naukowe i ocena występowania oraz możliwości zagospodarowania energii geotermalnej przy wsparciu innych OZE w kontekście zrównoważonego rozwoju gmin powiatu piotrkowskiego*. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, Warszawa.
3. Dembowska J., 1979 - *Systematyzowanie lito stratygrafii jury górnej w Polsce północnej i środkowej*. Geol. Quart. Vol. 23, No 3.
4. Cichecka K., 2002 – *Objaśnienia do mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50000*. Arkusz Sulejów. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa
5. Gąsior M., Orzyński J., Ratajski M., 2008 – *Piotrków Trybunalski i okolice. Przewodnik turystyczny*. Regionalna Organizacja Turystyczna Województwa Łódzkiego ul. Sienkiewicza 67, 90-009 Łódź
6. Górecki W. (red.), 1990 - *Atlas wód geotermalnych Niziny Polskiej*, Kraków.
7. Górecki W. (red.), 1995 - *Atlas zasobów energii geotermalnej na Nizinie Polskiej*, Kraków.
8. Górecki W. (red.), 2006 - *Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Nizinie Polskiej*, Kraków.
9. Haładus A., Reicher B., 1990 – *Warunki hydrogeologiczne dolnokredowego zbiornika wód geotermalnych W: Możliwości wykorzystania wód geotermalnych w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem synklinorium mogileńsko-łódzkiego*. Materiały Konferencji w Ślesinie. Wyd. AGH. Kraków.
10. Józefko I., Kukuła M., Bystroń K., Guty Ł., Kosiek K., 2018 - *Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych „Sieradz GT-1” w Sieradzu*. PRO-INVEST SOLUTIONS Sp. z o.o. Spółka Komandytowa, ul. Kołowa

- 5/3, 30-134 Kraków, Przedsiębiorstwo Badań Geologicznych GEOPROFIL Irena Józeko, Marcin Kukuła S.C. ul. Kamienna 43, 31-403 Kraków. Kraków
11. Leszczyński K. (red.), Becker A., Dayczak-Calikowska K., Dembowska J., Franczyk M., Gajewska I., Jaskowiak-Schoeneichowa M., Kulikowski A., Marek S., Szyperko-Teller A., Wagner R., 2007 – *Profile Głębokich Otworów Wiertniczych – Piotrków Trybunalski IG-I. Zeszyt 121*. PIG-PIB, Warszawa.
12. Kawecka M., 2020 – *Środowiska sedymentacji, stratygrafia i rozprzestrzenienie dolnojurajskich warstw ciechocińskich. Praca licencjacka na kierunku: Geologia*. Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii.
13. Kondracki J., 1998 – *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
14. Macuda J., 2010 – *Środowiskowe aspekty produkcji gazu ziemnego z niekonwencjonalnych złóż*. Przegląd Geologiczny, vol. 58, nr 3, 2010.
15. Mikołajków J., Sadurski A. red., 2017 – *Informator PSH. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych w Polsce*. PIG-PIB, Warszawa.
16. Nowicki Z. (red.), 2009 - *Wody podziemne miast Polski. Miasta powyżej 50 000 mieszkańców*. PIG, Warszawa.
17. Paczyński B., Sadurski A., 2007 – *Hydrogeologia regionalna Polski. Tom I. Wody Słodkie*. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa
18. Pieńkowski G., 1988 – *Analiza facjalna najwyższego triasu i liasu Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej oraz perspektywy występowania surowców ilastych*. Prz. Geol., 36: 449 – 456.
19. Pieńkowski G., 2004 – *The epicontinental Lower Jurassic in Poland*. Polish Geological Institute Special Papers, 12, Warszawa.
20. Piotrowski i Piotrowska, 2004a – *Słownik jednostek litostratygraficznych Polski (wersja podstawowa – grudzień 2004). Tom IV: jednostki formalne mezozoiku i kenozoiku*. PIG-PIB, Warszawa.
21. Piotrowski i Piotrowska, 2004b – *Słownik jednostek litostratygraficznych Polski (wersja podstawowa – grudzień 2004). Tom IV: jednostki nieformalne mezozoiku i kenozoiku*. PIG-PIB, Warszawa.
22. Rodzoch A., Muter K., Manuszak M., Szymonik A., Urszulak M., Sziło J., Pazio-Urbanowicz K., 2013 - *Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 401 (Niecka Łódzka)*. Biur. Posz. i Ochr. Wód HYDROEKO Rodzoch A., PIG-PIB., Warszawa

23. Rodzoch A., Pazio-Urbanowicz K., 2015 – *Zasilanie i drenaż wód podziemnych GZWP nr 401 (Zbiornik Niecka Łódzka) w świetle badań modelowych*. Przegląd Geologiczny, vol. 63, nr 10/2.
24. Sowizdzał A., Hajto M., Papiernik B., Mitan K., Hałaj E., 2017 – *Możliwości rozwoju sektora geotermii w centralnej Polsce w świetle pogłębionej analizy strukturalno-parametrycznej rejonu niecki mogileńsko-łódzkiej*, Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój, nr 2/2017.
25. Starzycka A., 2014 – *Powietrze atmosferyczne w procesie poszukiwania gazu łupkowego. Gaz i ropa z formacji łupkowych*, artykuł 18/09/2014 opublikowany w serwisie informacyjnym Państwowej Służby Geologicznej - <https://infolupki.pgi.gov.pl>.
26. Steliga T., Ułasz M., 2012 – *Wybrane zagadnienia środowiskowe podczas poszukiwania, udostępniania i eksploatacji gazu ziemnego z formacji łupkowych*, NAFTA-GAZ, maj 2012.
27. Stupnicka E., Stempień-Sałek M., 2016 – *Geologia regionalna Polski*, wydanie 4, zmienione, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego.
28. Świdrowska J., Hakenberg M., 1999 – *Subsydencja i początki inwersji bruzdy śródpolskiej na podstawie analizy map miąższości i litofacji osadów górnokredowych*. Prz. Geol., vol. 47, nr 1: 61 – 68.
29. Szadkowska M., 2002 – *Objaśnienia do mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50000. Arkusz Tuszyn (665)*. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa
30. Szczepański A., 1990 - *Warunki hydrogeologiczne dolnojurajskiego i dolnokredowego zbiornika geotermalnego - w pracy pod red. W. Góreckiego: „Atlas wód geotermalnych Niżu Polskiego”*. AGH, Kraków.
31. Turkowska K., Wieczorkowska J., 1992 – *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Tuszyn (665) z objaśnieniami*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
32. Wiktorowicz B., 2014 – *Wody termalne niecki łódzkiej – zielona energia z wnętrza Ziemi*. Wyd. ALESTUDIO, Kielce.
33. Wieczysty A., 1970 – *Hydrogeologia inżynierska*, PWN, Łódź.
34. Wójcik M., 2013 – *Środowiskowe aspekty procesów poszukiwania i wydobywania gazu ze złóż niekonwencjonalnych typu shale gas*, *Studia Ecologiae et Bioethicae UKSW*, 11 (2013)
35. Woźnicka M., 2012 - *Gospodarka wodna w fazie poszukiwania i eksploatacji złóż gazu*. Czysta Energia 2012, nr 11, 36-39

36. Urban E., Wandas T., 1969 – *Dokumentacja wynikowa wiercenia geologiczno-strukturalnego Tuszyn 9*. Przedsiębiorstwo Poszukiwań Naftowych. Kraków.

15. Akty prawne wykorzystane przy opracowaniu dokumentacji

Ustawy, rozporządzenia

1. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. *o ochronie przyrody*. Dz. U. z 2022 r. poz. 916 - tekst jednolity.
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. *w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji*. Dz.U. z 2011 r. nr 288, poz. 1696 z późn. zm.
3. Ustawa z dnia 09 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*. Dz. U. z 2022 r., poz. 1072 - tekst jednolity z późn. zm.
4. Ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. *o odpadach wydobywczych*. Dz. U. z 2021 r. poz. 1972 - tekst jednolity.
5. Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. *o ochronie gruntów rolnych i leśnych*. Dz.U. 2021 r. poz. 1326 - tekst jednolity.
6. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. *Prawo wodne*. Dz. U. z 2021 r. poz. 2233 – tekst jednolity.
7. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. *Ustawa o odpadach*. Dz. U. 2022 r. poz. 699 – tekst jednolity.
8. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 stycznia 2011 r. *w sprawie obszarów specjalnej ochrony ptaków*. Dz. U. z 2011 r. Nr 25, poz. 133 z późn. zm.
9. Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. *w sprawie katalogu odpadów*. Dz.U. 2020 r. poz. 10
10. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. *w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych*. Dz. U. z 2012 r. poz. 1247.
11. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. *w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły*. Dz. U. z 2016 r. poz. 1911 z późn. zm.
12. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. *w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko*. Dz. U. z 2019 r. poz. 1839.

13. Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2014 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie siedlisk przyrodniczych, oraz gatunków będących przedmiotem zainteresowania Wspólnoty, a także kryteriów wyboru obszarów kwalifikujących się do uznania lub wyznaczenia jako obszary Natura 2000. Dz. U. z 2014 r. poz. 1713.
14. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych Dz. U. z 2015 r., poz. 903.
15. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej. Dz. U. z 2017 r. poz. 2075.
16. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dz. U. z 2016 r. poz. 2033.
17. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 23 grudnia 2020 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych. Dz. U. 2020 r. poz. 2449.