

*Inwestor:*



**Gmina Barlinek**  
ul. Niepodległości 20,  
74-320 Barlinek

*Wykonawca:*

**Multiconsult**  
POLSKA

**Multiconsult Polska Sp. z o.o.**  
ul. Bonifraterska 17,  
00-203 Warszawa

<i>Nazwa opracowania:</i>	<b>PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH</b> na wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego wód termalnych Barlinek GT-1 w miejscowości Barlinek
<i>Lokalizacja:</i>	Województwo: zachodniopomorskie Powiat: myśliborski Gmina: Barlinek Miejscowość: Barlinek

<i>Zespół autorski:</i>	<i>Imię i nazwisko:</i>	<i>Nr uprawnień:</i>	<i>Podpis:</i>
Opracował:	mgr Jarosław Wagner	IV-0458	
Opracował:	dr inż. Bogdan Noga	IV-0460	
Opracował:	mgr Aleksander Rajewski		
Opracował:	mgr inż. Przemysław Bielecki		
Opracował:	mgr Marcin Walasek		
Opracował:	mgr Łukasz Betlej		
Opracował:	Grzegorz Przybylik		

<i>Data opracowania:</i>	Sierpień 2022 r.	<i>Rewizja:</i>	01
--------------------------	------------------	-----------------	----



## SPIS TREŚCI

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW .....	5
1. Wstęp .....	6
2. Zakres rzeczowy zadania .....	6
3. Lokalizacja otworu wraz z opisem i charakterystyką zagospodarowania terenu oraz obiektów i obszarów chronionych .....	7
3.1. Lokalizacja zamierzonych robót.....	7
3.2. Opis i charakterystyka zagospodarowania terenu .....	8
3.3. Identyfikacja, opis i charakterystyka obszarów i obiektów chronionych	8
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.....	10
4.1. Roboty wiertnicze.....	10
4.2. Badania geofizyczne.....	12
4.3. Badania hydrogeologiczne .....	15
4.3.1. <i>Jura dolna</i> .....	15
5. Uwarunkowania geomorfologiczne, klimatyczne i hydrograficzne.....	16
5.1. Geomorfologia i ukształtowanie terenu.....	16
5.2. Klimat .....	16
5.3. Hydrografia.....	17
6. Budowa geologiczna oraz warunki hydrogeologiczne i geotermalne. Przewidywany profil geologiczny projektowanego otworu wiertniczego.....	17
6.1. Budowa geologiczna i tektonika.....	17
6.2. Stratygrafia .....	18
6.2.1. <i>Perm</i> .....	18
6.2.2. <i>Trias</i> .....	18
6.2.3. <i>Jura dolna (lias)</i> .....	19
6.2.4. <i>Jura środkowa</i> .....	19
6.2.5. <i>Jura górna</i> .....	20
6.2.6. <i>Kreda dolna</i> .....	20
6.2.7. <i>Kreda górna</i> .....	20
6.2.8. <i>Paleogen i neogen</i> .....	20
6.2.9. <i>Czwartorzęd</i> .....	20
6.3. Warunki hydrogeologiczne rejonu planowanych prac .....	21
6.3.1. <i>Czwartorzędowe piętro wodonośne</i> .....	21
6.3.2. <i>Paleogeńsko-neogeńskie piętro wodonośne</i> .....	22
6.3.3. <i>Jurajskie piętro wodonośne</i> .....	22
6.4. Warunki geotermiczne.....	24

6.5. Przewidywany profil geologiczny projektowanego otworu .....	24
7. Skład chemiczny, właściwości fizyczne i jakość wód podziemnych .....	26
8. Koncepcja ujęcia wody termalnej, projektowany zakres prac .....	26
8.1. Opis i uzasadnienie lokalizacji otworu wiertniczego .....	26
8.2. Przewidywana konstrukcja projektowanego otworu wiertniczego, technika i technologia wiercenia .....	26
8.2.1. Zakres projektowanych prac .....	26
8.2.2. Przewidywana konstrukcja i zarurowanie otworu wiertniczego .....	28
8.2.3. Przewidywane zafiltrowanie warstwy wodonośnej .....	28
8.2.4. Wymagania dotyczące zastosowanej płuczki wiertniczej .....	29
8.3. Informacje dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych .....	30
8.4. Sposób i termin likwidacji otworu wiertniczego oraz rekultywacji gruntów .....	31
8.5. Prace geodezyjne .....	31
8.6. 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 .....	32
8.6.1. Badania geofizyczne .....	32
8.6.2. Ilość i wielkość planowanych do pobrania próbek geologicznych .....	33
8.7. Opis opróbowania otworu .....	34
8.7.1. Pompowanie oczyszczające przed zafiltrowaniem otworu .....	34
8.7.2. Pompowanie oczyszczające po zafiltrowaniu otworu .....	34
8.7.3. Zabiegi intensyfikujące dopływ .....	35
8.7.4. Pompowanie pomiarowe .....	35
8.7.5. Polowe laboratorium geologiczne .....	37
8.7.6. Laboratorium kontrolno-pomiarowe typu „mud logging” .....	37
8.8. Zakres badań laboratoryjnych .....	37
8.8.1. Badania laboratoryjne próbek okruchowych i rdzeni .....	37
8.8.2. Badania laboratoryjne próbek wody termalnej i gazów .....	38
8.9. Przewidywana wydajność dopływu, jakość wody odpompowywanej z otworu wiertniczego oraz sposób jej odprowadzania .....	38
8.9.1. Przewidywana wydajność dopływu wód do otworu .....	39
8.9.2. Przewidywana jakość odpompowywanej wody .....	40
8.9.3. Sposób odprowadzania odpompowywanej wody .....	40
9. Określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu organowi administracji geologicznej, wraz ze wskazaniem sposobu i terminu ich przekazania .....	41
10. Etapy i harmonogram prac .....	41
11. Oddziaływanie zamierzonych prac związanych z wykonaniem otworu wiertniczego na środowisko .....	42

11.1. Identyfikacja czynników oddziaływania projektowanego otworu na środowisko .....	42
11.2. Ocena ryzyka wpływu wykonania projektowanego otworu na środowisko .....	46
12. Rodzaj dokumentacji geologicznej mającej powstać w wyniku przeprowadzonych robót geologicznych .....	47
13. Uwagi końcowe, podsumowanie .....	48
14. Spis wykorzystanych publikacji i materiałów .....	49

## **SPIS ZAŁĄCZNIKÓW**

Załącznik 1. Mapa topograficzna z lokalizacją projektowanych prac w skali 1:25 000	
Załącznik 2. Mapa topograficzna z lokalizacją projektowanego otworu w skali 1:10 000	
Załącznik 2.1. Lokalizacja projektowanego otworu potwierdzona przez geodetę na mapie w skali 1:2000	
Załącznik 3. Mapa sytuacyjno-wysokościowa z lokalizacją otworu Barlinek GT-1	
Załącznik 4. Lokalizacja terenu projektowanych robót geologicznych na tle obszarów objętych ochroną w skali 1:100 000	
Załącznik 5. Wycinek szczegółowej mapy geologicznej Polski z lokalizacją terenu projektowanych robót geologicznych w skali 1:50 000	
Załącznik 6. Wycinek mapy geośrodowiskowej Polski z lokalizacją terenu projektowanych robót geologicznych w skali 1:50 000	
Załącznik 7. Wycinek mapy hydrogeologicznej Polski z lokalizacją terenu projektowanych robót geologicznych w skali 1:50 000	
Załącznik 8. Mapa geologiczna odkryta z lokalizacją terenu projektowanych robót w skali 1:1 000 000	
Załącznik 9. Przekrój geologiczny I – I'	
Załącznik 10. Projekt geologiczno-techniczny projektowanego otworu Barlinek GT-1	

## 1. Wstęp

Projekt robót geologicznych na wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego wód termalnych Barlinek GT-1 w miejscowości Barlinek opracowano na zlecenie Gminy Barlinek, która jest Inwestorem przedsięwzięcia. Wykonawcą projektu jest Multiconsult sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie przy ul. Bonifraterskiej 17.

Projektowany otwór zlokalizowany jest w miejscowości Barlinek, gmina Barlinek, powiat myśliborski, województwo zachodniopomorskie, na działce nr ewidencyjny 560/16, obręb Barlinek 1, należącej do Gminy Barlinek. Celem projektowanego otworu Barlinek GT-1 jest poszukiwanie i rozpoznawanie zasobów wód termalnych z utworów jury dolnej w miejscowości Barlinek. Planuje się, że w przypadku pozytywnego wyniku wiercenia i udokumentowania zasobów wód termalnych, będą one wykorzystywane do celów ciepłowniczych. Pozyskane ciepło geotermalne będzie mogło być wykorzystywane do ogrzewania obiektów położonych na terenie Gminy Barlinek. Schłodzona woda termalna będzie najprawdopodobniej zatłaczana do tej samej warstwy wodonośnej, z której została wydobyta przy wykorzystaniu otworu chłonnego. Wydobyta woda termalna, w zależności od jej temperatury, mineralizacji i zawartości składników swoistych będzie mogła być przypuszczalnie wykorzystywana również do celów rekreacyjnych lub balneologicznych,

Projekt robót geologicznych został opracowany zgodnie z *Rekomendacjami i zaleceniami dotyczącymi projektowania robót geologicznych w celu udostępnienia wód termalnych w Polsce* określonymi w Załączniku nr 3 do programu priorytetowego „Udostępnianie wód termalnych w Polsce”. Układ, zawartość części opisowej i część graficzna opracowania jest zgodna z wymaganiami prawa i spełnia zalecenia wskazane przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW, 2021).

## 2. Zakres rzeczowy zadania

Projekt przewiduje odwiercenie pionowego otworu Barlinek GT-1 do głębokości 1400,0 m ( $\pm 10\%$ ), tj. do nawiercenia około 20 m utworów triasu górnego.

W projekcie założono odwiercenie otworu do stropu utworów pliensbachu jury dolnej i zarurowanie otworu rurami  $\varnothing 9^{5/8}$ " do głębokości 1080 m. Po zarurowaniu otworu Barlinek GT-1 rurami o średnicy  $\varnothing 9^{5/8}$ " nastąpi odwiercenie otworu do głębokości 1400 m wraz z pobraniem rdzenia wiertniczego, wykonanie badań hydrogeologicznych w utworach pliensbachu, synemuru i hetangu jury dolnej oraz zamontowanie w ujętym horyzoncie wodonośnym filtra typu Johnson, rurowo-prętowego o średnicy  $\varnothing 6^{5/8}$ ".

Na podstawie przeanalizowanych materiałów archiwalnych i wyników badań hydrogeologicznych uzyskanych z wykonanych w rejonie badań otworów geotermalnych i badawczych, w ramach projektowanych prac założono uzyskanie z otworu Barlinek GT-1 wody termalnej o następujących parametrach:

- wydajność wody złożowej – 200 m<sup>3</sup>/h,
- temperatura w złożu – 45-50°C,
- mineralizacja ogólna – 100 g/l.

W przypadku uzyskania wydajności wód termalnych poniżej 200 m<sup>3</sup>/h w wybranym do przyszłej eksploatacji horyzoncie wodonośnym, zakłada się wykonanie zabiegów intensyfikujących dopływ w celu oczyszczenia strefy złożowej i zwiększenia dopływu wody termalnej do otworu Barlinek GT-1 (zabieg kwasowania).

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

- ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (tj. Dz.U. 2022, poz. 1072),
- ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (tj. Dz.U. 2022, poz. 1029),
- ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (tj. Dz.U. 2022, poz. 916),
- rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonanie wymaga uzyskania koncesji (Dz.U. 2011, nr 288 poz. 1696 z późn. zm.),
- rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 23 grudnia 2020 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych (Dz.U. 2020, poz. 2449),
- rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2016, poz. 2033),
- rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2019, poz. 1839),
- rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 5 maja 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2022 poz. 1071)
- rozporządzenia Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2020, poz. 10).
- rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz.U. 2015, poz. 903).

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

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

#### **3.1. Lokalizacja zamierzonych robót**

Administracyjnie projektowany otwór geotermalny Barlinek GT-1 zlokalizowany jest w miejscowości Barlinek (załącznik 1, załącznik 2). Barlinek jest najludniejszym miastem powiatu myśliborskiego. Według danych GUS (<https://bdl.stat.gov.pl/BDL>) w Gminie Barlinek w 2021 roku mieszkało 19 129 osób. Powierzchnia gminy wynosi 258,7 km<sup>2</sup>. Zgodnie z trójstopniowym podziałem terytorium państwa projektowany otwór Barlinek GT-1 znajduje się w:

- województwo – zachodniopomorskie,
- powiat – myśliborski
- gmina – Barlinek,
- miejscowość – Barlinek.

Planowane przedsięwzięcie będzie realizowane na działce nr 560/16 wg ewidencji, obręb Barlinek 1. Przybliżone współrzędne projektowanego otworu w PUWG 2000 strefa 5 są następujące:

X: 5874491 Y: 5514265

Podane powyżej współrzędne otworu są orientacyjne i mogą ulec niewielkiej zmianie w obrębie działki 560/16, obręb Barlinek 1, na przykład w przypadku stwierdzenia kolizji z istniejącą niezinwentaryzowaną infrastrukturą podziemną lub wymaganiami prowadzenia ruchu zakładu. Szczegółowa lokalizacja otworu Barlinek GT-1 zostanie wytyczona geodezyjnie w terenie przed rozpoczęciem robót wiertniczych.

### **3.2. Opis i charakterystyka zagospodarowania terenu**

Barlinek siedzibą gminy miejsko-wiejskiej Barlinek. Roboty geologiczne polegające na wykonaniu otworu Barlinek GT-1 będą realizowane na działce nr ewidencyjny 560/16, obręb Barlinek 1 (załącznik 3). Działka nr 560/16 zlokalizowana jest w północnej części miasta Barlinek. Działka 560/16 ma powierzchnię około 9,7 ha, jest niezabudowana i może być udostępniona na potrzeby wykonania otworu wiertniczego. W przeszłości część działki zagospodarowana była jako kopalnia piasków kwarcowych wykorzystywanych do produkcji cegły wapienno-piaskowej. Złoże „Barlinek” eksploatowane było od połowy lat 50 XX w. Eksploatacja złoża została zaniechana, a obszar pokopalniany został zrekultywowany w kierunku leśnym. Dla złoża nie jest ustanowiony obszar i teren górniczy. Projektowany otwór geotermalny Barlinek GT-1 znajduje się poza granicami złoża piasków kwarcowych „Barlinek”.

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

Mapa geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000 z zaznaczonym otworem Barlinek GT-1 przedstawiająca zagospodarowanie terenu stanowi załącznik 6.

### **3.3. Identyfikacja, opis i charakterystyka obszarów i obiektów chronionych**

#### **Obszary ochrony przyrody**

Teren projektowanych robót geologicznych nie wyróżnia się unikatowymi wartościami przyrodniczymi. W jego obrębie oraz najbliższym otoczeniu nie występują rzadkie rośliny i zwierzęta ani gatunki zagrożone wyginięciem.

W bezpośrednim sąsiedztwie projektowanego otworu badawczego nie występują parki narodowe, obszary chronionego krajobrazu, pomniki przyrody, użytki ekologiczne, stanowiska dokumentacyjne przyrody nieożywionej oraz zespoły przyrodniczo – krajobrazowe. Projektowany otwór położony jest w otulinie Barlineckiego Parku Krajobrazowego. Granica Barlineckiego Parku Krajobrazowego przebiega w odległości 0,15 km od terenu projektowanych robót. Rezerwatem położonym najbliżej lokalizacji projektowanego otworu jest Skalisty Jar Libberta, znajdujący się w odległości około 6 km. Najbliższy obszar chronionego krajobrazu – C (Barlinek), położony jest w odległości około 6 km. Najbliżej zlokalizowanymi obszarami NATURA 2000 w stosunku do lokalizacji otworu są Obszar Specjalnej Ochrony Puszcza Barlinecka PLB080001 położony w odległości około 1,3 km, Ostoja Barlinecka PLH080071, położony w odległości około 1,3 km i Specjalny Obszar Ochrony Dolina Płoni i Jezioro Miedwie PLH320006, znajdujący się w odległości około 0,15 km.



Na podstawie analizy lokalizacji projektowanego otworu w stosunku do obszarów ochrony przyrody można wykluczyć ryzyko pogorszenia stanu siedlisk przyrodniczych oraz siedlisk roślin i zwierząt, będących przedmiotami ochrony położonych w najbliższym sąsiedztwie obszarów Natura 2000, a także ryzyko wystąpienia zaburzeń spójności i integralności całej sieci Natura 2000. Obszar projektowanych robót położony jest w obrębie otuliny Barlineckiego Parku Krajobrazowego, jednakże najbliższa okolica działki, na której ma zostać wykonany otwór jest silnie przekształcona przez człowieka i zurbanizowana. Obszar w przeszłości wykorzystywany był górniczo, został częściowo zrekultywowany w kierunku leśnym. Teren projektowanych robót obecnie jest niezagospodarowany. Od północnego-zachodu z działką graniczy osiedle domów jedno- i wielorodzinnych.

### **Pomniki przyrody**

W rejonie projektowanych robót nie występują pomniki przyrody. Na terenie Barlinka występują pomniki przyrody: głaz narzutowy „Wiking”, drzewo „Jagna” oraz drzewo bez nazwy. Obiekty te nie znajdują się w bezpośredniej strefie prowadzonych prac wiertniczych.

### **Zabytki**

Na terenie projektowanych robót geologicznych nie są zlokalizowane żadne obiekty zabytkowe. Na obszarze Barlinka znajduje się kilka obiektów zabytkowych, m.in. teren starożytnego miasta [PL.1.9.ZIPOZ.NID\_N\_32\_UU.12970], mury miejskie [PL.1.9.ZIPOZ.NID\_N\_32\_BL.30393], kościół nowoapostolski [PL.1.9.ZIPOZ.NID\_E\_32\_BK.424754], kościół parafialny [PL.1.9.ZIPOZ.NID\_E\_32\_BK.424752], dom z XIX w. [PL.1.9.ZIPOZ.NID\_E\_32\_BK.416728]. Obiekty te nie znajdują się w bezpośredniej strefie prowadzonych robót wiertniczych.

### **Główne Zbiorniki Wód Podziemnych**

Teren projektowanych robót geologicznych znajduje się w granicach udokumentowanego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych – GZWP 135 Barlinek o powierzchni 131,4 km<sup>2</sup> obejmujący porowy kolektor czwartorzędowy, o średniej miąższości 50 m. Utwory wodonośne budują piaski sandrowe i międzymorenowe, szacunkowe zasoby dyspozycyjne wynoszą 51,5 m<sup>3</sup>/dobę, a średnia głębokość ujęć 50 m (Janiszewska B. i in., 2015).

### **Złoża surowców, obszary i tereny górnicze oraz obszary koncesyjne surowców**

Projektowany otwór jest zlokalizowany poza obszarami i terenami górniczymi oraz poza obszarami koncesyjnymi. W otworze Barlinek GT-1 nie przewiduje się wystąpienia ryzyka dopływu węglowodorów. Najbliżej projektowanego otworu zlokalizowane jest złożo piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej „Barlinek”, którego granice przebiegają kilkanaście metrów od lokalizacji projektowanego otworu Barlinek GT-1. Eksploatacja złoża została zaniechana, obszar został zrekultywowany w kierunku leśnym. Dla złoża nie są ustanowione teren i obszar górniczy.

Projektowany otwór geotermalny Barlinek GT-1 nie znajduje się w obrębie granic obszarów i terenów górniczych oraz obszarów koncesyjnych. Projektowany otwór położony jest na obszarze pogórnym, w otulinie Barlineckiego Parku Krajobrazowego oraz na obszarze udokumentowanego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 135 Barlinek.

Lokalizację projektowanego otworu na tle obszarów chronionych przedstawiono na załączniku nr 4.

#### **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. Roboty wiertnicze**

Źródłem wiedzy na temat warunków występowania wód termalnych są dane geologiczne pochodzące głównie z głębokich otworów wiertniczych wykonanych wcześniej w rejonie Barlinka, jak również wyniki powierzchniowych geofizycznych metod pomiarowych – w tym przede wszystkim wyniki badań metodą sejsmiki refleksyjnej. Zestawienie otworów archiwalnych przedstawiono w tabeli 4.1.

W analizie parametrów projektowanego otworu geotermalnego Barlinek GT-1 uwzględniono otwory archiwalne zlokalizowane w odległości kilkudziesięciu km od projektowanego otworu (tabela 4.1, załącznik 8):

- na północ: Dolice GEO-1, Stargard GT-1, Stargard GT-2, Stargard 1;
- na północny zachód: Chabowo 1, Chabowo 3, Chabowo 3, Banie 1, Pyrzyce GT-1, Pyrzyce GT-2, Pyrzyce GT-3, Pyrzyce GT-4;
- na południowy zachód: Myślibórz GN-1;
- na południowy wschód: Żabicko GEO-1, Strzelce Krajeńskie IG-1, Ostrowiec 1;
- na północny wschód: Choszczno IG-1, Pławno 1, Suliszewo 1.

Rejon segmentu szczecińsko-gorzowskiego jest stosunkowo dobrze rozpoznany wiertniczo i zostało w nim wykonanych wiele głębokich otworów wiertniczych, głównie parametryczno-strukturalnych, a także otworów geotermalnych, ujmujących wody termalne z utworów piaskowcowych jury dolnej, na których oparte jest funkcjonowanie zakładów geotermalnych w Pyrzycach i Stargardzie. Wykształcenie litofacjalne i warunki zbiornikowe warstw wodonośnych poziomu wód termalnych jury dolnej segmentu szczecińsko-gorzowskiego są stosunkowo dobrze rozpoznane. Jednakże, w granicach Barlinka brak jest archiwalnych otworów o głębokości powyżej 200 m, które pozwalałyby na szczegółowe rozpoznanie wgłębnej budowy geologicznej na terenie miasta. Ze względu na stosunkowo duże odległości od istniejących otworów geotermalnych oraz znaczną zmienność lateralną budowy geologicznej w rejonie segmentu szczecińsko-gorzowskiego, profil litostratygraficzny otworu został oparty w głównej mierze na analizie regionalnej budowy geologicznej oraz przekroju geologicznego wykonanego między: otworem badawczym Choszczno IG-1 oraz otworem kartograficznym Myślibórz GN-1.

**Tab. 4.1.** Zestawienie otworów archiwalnych wybranych do analizy (Centralna Baza Danych Geologicznych, <http://baza.pgi.gov.pl>)

Nr CBDG	Nazwa	Głębokość [m p.p.t.]	Wysokość [m n.p.m.]	Cel wiercenia	Stratygrafia na dnie	Rok wiercenia	Odległość od projektowanego otworu [km]
24343	BANIE 1	4090	70	badawczy	perm	1975	29
125605	CHABOWO-1	2708	32,29	złożowy	perm górny	1989	44
125606	CHABOWO-2	1760	32,24	złożowy	trias środkowy	1988	44
125607	CHABOWO-3	2090	51,83	złożowy	trias środkowy	1988	44
77490	CHOSZCZNO IG-1	1500,5	65	badawczy	synemur dolny	1960	19
77399	DOLICE GEO-1	1179,5	41,3	złożowy	jura	1960	22
83123	MYŚLIBÓRZ GN-1	3893	67,5	kartograficzny	karbon	1961	22
3202909	OSTROWIEC 1	3807	70,54	złożowy	trias dolny	2009	40
77530	PLAWNO 1	2886,1	86	kartograficzny	perm	1971	31
3208688	PYRZYCE - GT1	1637	24,66	hydrogeologiczny	trias górny	1992	27
3208689	PYRZYCE - GT2	1640	25,46	hydrogeologiczny	trias górny	1993	27
3208686	PYRZYCE-GT3	1630	22,57	hydrogeologiczny	trias górny	1993	26
3208687	PYRZYCE - GT4	1620	20,6	hydrogeologiczny	trias górny	1993	26
24918	STARGARD 1	5444	32,5	badawczy	perm	1976	43
3208623	STARGARD GT-1	2670	31,15	hydrogeologiczny	retyk [alpejski]	2001	42
3208622	STARGARD GT-2	3080	31,7	hydrogeologiczny	retyk [alpejski]	2003	42
25813	STRZELCE KRAJEŃSKIE IG-1	4700	87,5	badawczy	perm	1988	25
25783	SULISZEWO 1	1726	95	złożowy	noryk	1961	35
83160	ŻABICKO GEO-1	1030,4	95	badawczy	toark dolny	1960	13

Na badanym obszarze rozpoznano występowanie osadów permu – czerwonego spągowca i cechsztynu, na których zalegają utwory klastyczne dolnego triasu – pstrego piaskowca, skały węglanowe triasu środkowego – wapienia muszlowego oraz ilasto-piaskowcowe osady triasu górnego. Powyżej występują utwory dolnej jury wykształcone głównie jako pakiety ilasto-piaskowcowe, piaskowce i mułowce dolomityczne środkowej jury oraz mułowce wapniste górnej jury. Na utworach jury występują osady piaszczysto-margliste kredy dolnej oraz węglanowy kompleks kredy górnej. Kenozoik reprezentowany jest przez ilaste i mułkowe osady paleogeńsko-neogeńskie oraz czwartorzędowe utwory polodowcowe – tabela 4.2. Analizę budowy geologicznej oparciu o zebrane archiwalne dane otworowe przedstawiono w rozdziale 6.

**Tab. 4.2.** Zestawienie danych stratygraficznych wybranych otworów archiwalnych  
(Centralna Baza Danych Geologicznych, <http://baza.pgi.gov.pl>)

Nazwa	Czwarto- rząd [m p.p.t.]	Paleogen+ Neogen [m p.p.t.]	Kreda [m p.p.t.]	Jura [m p.p.t.]	Trias [m p.p.t.]	Perm [m p.p.t.]	Karbon [m.p.p.t.]
BANIE 1	0,0-200,0		200,0-1054,5	1054,5-1513,0	1513,0-2908,5	2908,5-4090,0	-
CHABOWO-1	0,0-92,5		92,5-678,5	678,5-1163,0	1163,0-2632,0	2632,0-2708,0	-
CHABOWO-2	0,0-68,5	68,5-101,0	101,0-714,5	714,5-1218,5	1218,5-1760,0	-	-
CHABOWO-3	0,0-130,0	130,0-159,0	159,0-1024,0	1024,0-1511,0	1511,0-2090,0	-	-
CHOSZCZNO IG-1	0,0-148,7	148,7-154,7	154,7-997,5	997,5-1500,5	-	-	-
DOLICE GEO-1	0,0-188,0		188,0-1059,0	1059,0-1179,5	-	-	-
MYŚLIBÓRZ GN-1	0,0-74,0	74,0-233,0	233,0-931,0	931,0-1343,0	1343,0-2750,0	2750,0-3765,0	3765,0-3893,0
OSTROWIEC 1	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
PLAWNO 1	0,0-187,0	-	187,0-937,5	937,5-1503,0	1503,3-2849,0	2849,0-2886,1	-
PYRZYCE - GT1*	0,0-140,0		140,0-1133,5	1133,5-1625,0	1625,0-1637,0	-	-
PYRZYCE - GT2*	0,0-131,0		131,0-1115,0	1115,0-1608,5	1608,5-1640,0	-	-
PYRZYCE - GT3*	0,0-142,5		142,5-1124,0	1124,0-1625,0	1625,0-1630,0	-	-
PYRZYCE - GT4*	0,0-130,0		130,0-1092,5	1092,5-1600,0	1600,0-1620,0	-	-
STARGARD 1	0,0-127,0	127,0-371,0	371,0-1842,0	1842,0-2414,5	2414,5-4024,0	4024,0-5444,0	-
STARGARD GT-1**	0,0-154,0	154,0-362,0	362,0-1975,0	1975,0-2663,0	2663,0-2670,0	-	-
STARGARD GT-2***	0,0-166,0	166,0-364,5	364,5-2265,0	2265,0-3056,0	3056,0-3080,0	-	-
STRZELCE KRAJEŃSKIE IG-1	0,0-207,5	207,5-235,0	235,0-987,0	987,0-1478,5	1478,5-2935,0	2935,0-4700,0	-
SULISZEWO 1	0,0-226,0		226,0-1031,5	1031,5-1511,0	1511,0-1726,0	-	-
ŻABICKO GEO-1	0,0-225,0	-	225,0-858,0	858,0-1030,4	-	-	-

\* - źródło: Bujakowska K. i in., 1995;

\*\* - otwór kierunkowy, głębokości po długości wiercenia, źródło: Bentkowski A. i in., 2006;

\*\*\* - źródło: Bentkowski A. i in., 2006.

## 4.2. Badania geofizyczne

W segmencie szczecińsko-gorzowskim wykonane zostało regionalne zdjęcie pionowej składowej „Z” magnetyzmu ziemskiego, którego wyniki przedstawione zostały w 1954 roku w formie przeglądowych map w skali 1:300 000, uszczegółowionych w kolejnych latach (Dąbrowski A., Karaczun K., 1958). Na podstawie przeprowadzonych badań magnetycznych stwierdzono, że rejon ten charakteryzuje się małym zróżnicowaniem anomalii magnetycznych. W obrazie magnetycznym obszar niecki stanowi rozległą depresję, co związane jest z głębokim zaleganiem podłoża krystalicznego pod pokrywą kompleksu skał osadowych.

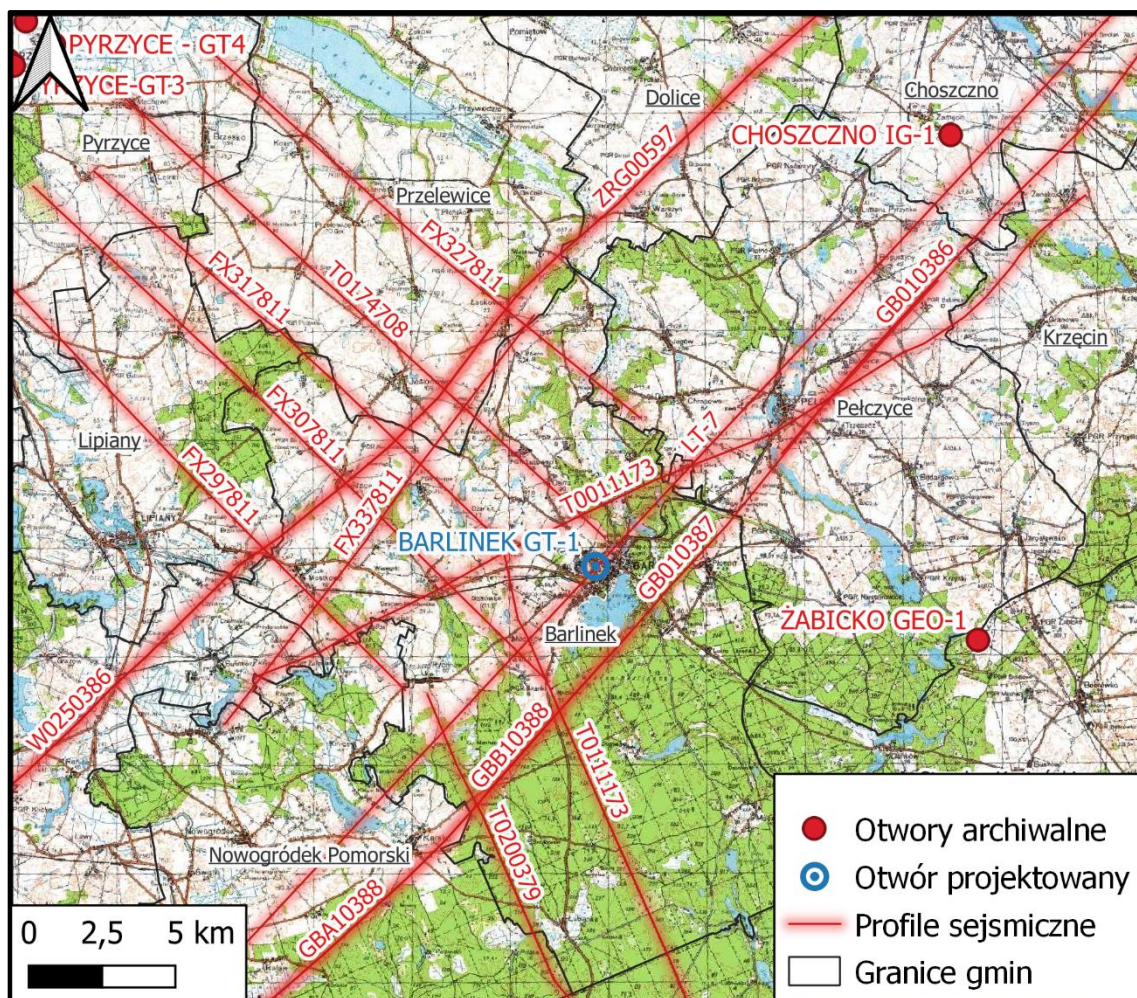
Pierwsze zdjęcie grawimetryczne segmentu szczecińsko-gorzowskiego wykonywano w latach czterdziestych ubiegłego wieku. Kolejne prace grawimetryczne w niecce szczecińskiej prowadziło Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych od 1956 roku i później w latach 1962-1972 (Kleszcz T., 1973). Celem prac było rozpoznanie anomalii wywołanych przez struktury mezozoiczne, paleozoiczne oraz morfologię podłoża krystalicznego. W wyniku badań opracowano mapy anomalii Bouguera w skali 1:50 000 oraz anomalii resztkowych wg Griffina. Na podstawie wyników badań grawimetrii rozpoznano wykształcenie utworów osadowych, które mogą być źródłem znacznych anomalii grawimetrycznych.

Pierwsze badania sejsmiki refleksyjnej na obszarze segmentu szczecińsko-gorzowskiego (niecki szczecińskiej) prowadzone były od połowy ubiegłego wieku w latach 1954-1968. W latach 1972-1973 metodą dwunastokrotnego pokrycia prowadzone były prace sejsmiczne refleksyjne w rejonie Pyrzyce-Międzybóże (Radoń Z. i in., 1972). Od połowy lat



siedemdziesiątych do badań prowadzonych przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych na zlecenie górnictwa naftowego wykorzystywano coraz dokładniejszą, 48-kanalową aparaturę pomiarową co znacznie poprawiło jakość uzyskiwanych wyników oraz zwiększyło zasięg głębokościowy badanych granic (Bukowicki R i in., 1974). Na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych prace sejsmiczne w rejonie Myślibórz-Krzyż i Wysoka Kamieńska-Białogard prowadzone były przez Geofizykę Toruń na zlecenie PGNiG (Kaleta B., i in. 1980; Czulińska A., Wilk W., 1985) a także Głębokie Badania Sejsmiczne wykonywane przez Przedsiębiorstwo badań Geofizycznych z Warszawy w latach 1986-1988. Najnowsze badania geofizyczne w rejonie badań wykonywane były na zlecenie FX Energy Poland w 2011 roku w ramach tematu Płońsko 2D. Na obszarze niemal całej niecki szczecińskiej wyinterpretowanych zostało kilka poziomów refleksyjnych związanych z osadami cechsztynu, pstrego piaskowca, wapienia muszlowego, kajpru i jury. Na całym obszarze badań użytkano bardzo wyraźne i dobrze korelujące się granice refleksyjne z kompleksu permo-mezozoicznego oraz słabiej zarejestrowane granice głębsze. Granice podcechsztyńskie zarejestrowane są na całym obszarze objętym rozpoznaniem, jednak ich wiarygodność w odniesieniu do rzeczywistej budowy geologicznej jest niewielka.

Lokalizację profili sejsmicznych zlokalizowanych w najbliższej odległości od projektowanego otworu Barlinek GT-1 przedstawiono na rysunku 4.1, a ich wykaz w tabeli 4.3.



**Rys. 4.1.** Szkic sytuacyjny prac sejsmicznych z zaznaczoną lokalizacją projektowanego otworu (Centralna Baza Danych Geologicznych, <http://baza.pgi.gov.pl>)

**Tab. 4.3.** Profile sejsmiczne położone w rejonie projektowanych robót (Centralna Baza Danych Geologicznych, <http://baza.pgi.gov.pl>)

Nr CBDG	Nazwa	Rodzaj profilu	Rok wykon.	Temat	Wykonawca	Zleceniodawca
10799	GB010387	głębokie badania sejsmiczne	1987	Głębokie Badania Sejsmiczne	Przeds. Bad. Geofiz. , Warszawa	b.d.
10798	GB010386	głębokie badania sejsmiczne	1986	Głębokie Badania Sejsmiczne	Przeds. Bad. Geofiz. , Warszawa	b.d.
10808	GBB10388	głębokie badania sejsmiczne	1988	Głębokie Badania Sejsmiczne	Przeds. Bad. Geofiz. , Warszawa	b.d.
10804	GBA10388	głębokie badania sejsmiczne	1988	Głębokie Badania Sejsmiczne	Przeds. Bad. Geofiz. , Warszawa	b.d.
5310	W0250386	profil refleksyjny	1986	Chociwel-Czaplinek	Przeds. Bad. Geofiz. , Warszawa	b.d.
12087	T0174708	profil refleksyjny	2008	b.d.	Geofizyka Toruń S.A., Toruń	FX Energy Poland Sp. z o.o., Warszawa
11838	ZRG00597	profil refleksyjny	1997	Profile regionalne	PGNiG Geofizyka, Toruń	PGNiG S.A. Biur. Geol. Geonafci, Warszawa
11459	FX297811	profil refleksyjny	2011	Płońsko 2D	Geofizyka Toruń S.A., Toruń	FX Energy Poland Sp. z o.o., Warszawa
11461	FX317811	profil refleksyjny	2011	Płońsko 2D	Geofizyka Toruń S.A., Toruń	FX Energy Poland Sp. z o.o., Warszawa
11463	FX337811	profil refleksyjny	2011	Płońsko 2D	Geofizyka Toruń S.A., Toruń	FX Energy Poland Sp. z o.o., Warszawa
11462	FX327811	profil refleksyjny	2011	Płońsko 2D	Geofizyka Toruń S.A., Toruń	FX Energy Poland Sp. z o.o., Warszawa
11460	FX307811	profil refleksyjny	2011	Płońsko 2D	Geofizyka Toruń S.A., Toruń	FX Energy Poland Sp. z o.o., Warszawa
11506	T0011173	profil refleksyjny	1973	Pyrzyce - Międzychód 2D	Przeds. Geofiz. Górn. Naftowego, Toruń	Zjedn. Górn. Naft., Warszawa
10730	LT-7	profil refrakcyjny	1992	Program Głębokich Sondowań Sejsmicznych PAN	PAN, Inst. Geofiz., Warszawa	PAN, Inst. Geofiz., Warszawa
11512	T0111173	profil refleksyjny	1973	Pyrzyce - Międzychód 2D	Przeds. Geofiz. Górn. Naftowego, Toruń	Zjedn. Górn. Naft., Warszawa
6501	T0200379	profil refleksyjny	1979	Myślibórz-Krzyż	Geofizyka Toruń Sp. z o.o., Toruń	PGNiG, Warszawa

### 4.3. Badania hydrogeologiczne

Rozpoznanie warunków hydrogeologicznych perspektywicznego poziomu zbiornikowego wód termalnych jury dolnej w rejonie segmentu szczecińsko-gorzowskiego synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskiego jest stosunkowo dobre, ze względu na jego przebadanie za pomocą głębokich otworów hydrogeologicznych: Stargard GT-1 i Stargard GT-2 oraz Pyrzyce GT-1, Pyrzyce GT-2, Pyrzyce GT-3 i Pyrzyce GT-4, w oparciu o które uruchomione zostały dublety geotermalne i w których trwa eksploatacja wód w celach ciepłowniczych. W latach 2016-2020 na potrzeby eksploatacji ciepłowni geotermalnych w Stargardzie i w Pyrzycach odwiercono dodatkowe otwory, odpowiednio: Stargard GT-3 (2016), Stargard GT-4 (2020), Stargard GT-5 (2020), Stargard GT-6 (2020), Stargard GT-7 (2020) i Pyrzyce GT-1 BIS (2017). Jednakże, ze względu na stosunkowo dużą odległość istniejących ujęć od projektowanego otworu, należy wyniki tych badań traktować jako wskaźnikowe.

#### 4.3.1. Jura dolna

W Pyrzycach warstwy mechowskie ujęte zostały czterema otworami hydrogeologicznymi odwierconymi na początku lat dziewięćdziesiątych, w tym: dwoma otworami eksploatacyjnymi Pyrzyce GT-1 i Pyrzyce GT-3 oraz dwoma otworami chłonnymi Pyrzyce GT-2 i Pyrzyce GT-4. W 2017 roku odwiercono kolejny otwór eksploatacyjny Pyrzyce GT-1 BIS. Po odwierceniu pierwszego otworu Pyrzyce GT-1 podjęta została decyzja o opróbowaniu warstwy wodonośnej próbnikiem złoża w celu określenia wstępnych parametrów hydrogeologicznych warstwy wodonośnej. Próbnik zapięto na głębokości 1460,0 m i opróbowano interwał 1489,0-1632,0 m. Uzyskano zadowalające wyniki i przystąpiono do dalszych prac obejmujących poszerzenie i zafiltrowanie otworu oraz do wiercenia kolejnych otworów. Wszystkie otwory zafiltrowane zostały filtrem typu Johnson z obsypką żwirową w interwałach odpowiednio: GT-1 – 1461,7-1632,0 m; GT-2 – 1377,6-1523,0 m; GT-3 – 1454,4-1617,0 m; GT-4 – 1352,4-1563,5 m. W otworach wykonano pompowania oczyszczające po zafiltrowaniu przy użyciu air-liftu wraz z obserwacją zwierciadła wody w pozostałych otworach ujęcia. Na podstawie wyników pompowań oczyszczających zaprojektowane zostały pompowania pomiarowe, które wykonano dla otworów eksploatacyjnych GT-1 i GT-3. Po zakończeniu pompowań pomiarowych przystąpiono do wykonania pompowań eksploatacyjno-zatłaczających z otworów GT-1 do GT-2 i z GT-3 do GT-4. Na podstawie wyżej wymienionych badań określone zostały zasoby eksploatacyjne ujęcia i zatwierdzono dokumentację hydrogeologiczną określającą zasoby wód termalnych z utworów jury dolnej ujęcia w Pyrzycach (dwa otwory eksploatacyjne) na 340 m<sup>3</sup>/h wody termalnej o temperaturze 62°C i mineralizacji ok. 120 g/dm<sup>3</sup> typu Cl-Na (Bujakowska K. i in., 1995).

W Stargardzie odwiercono początkowo dwa otwory geotermalne: eksploatacyjny Stargard GT-1 i chłonny (kierunkowy) Stargard GT-2. Pompowanie pomiarowe w otworze GT-1 przeprowadzono na trzech stopniach dynamicznych:  $Q_1 = 74,1 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $Q_2 = 142,2 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $Q_3 = 207,5 \text{ m}^3/\text{h}$ , przy depresji końcowej 55,6 m i temperaturze sięgającej 87°C. W późniejszym okresie w otworze wykonano również pompowanie sprawdzające z okresu przemysłowej eksploatacji ujęcia na czterech stopniach dynamicznych z wydajnościami:  $Q_1 = 150 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $Q_2 = 200 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $Q_3 = 246 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $Q_4 = 303 \text{ m}^3/\text{h}$  i końcowej depresji 82,7 m.

Czas pompowania na każdym stopniu wynosił 3 godziny, osiągnięto temperaturę 89,1°C. W otworze GT-2 pompowanie pomiarowe miało charakter testu hydrodynamicznego i było prowadzone na trzech stopniach dynamicznych:  $Q_1 = 96 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $Q_2 = 154 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $Q_3 = 202 \text{ m}^3/\text{h}$  przy depresji końcowej 46,3 m. Na podstawie pompowań eksploatacyjno-zatłaczających ustalono zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej o temperaturze na wypływie 87°C i wydajności 200  $\text{m}^3/\text{h}$  (Bentkowski A. i in., 2006). Jednakże ze względu na znaczne pogorszenie chłonności otworu GT-2 w trakcie eksploatacji i niewielkiej skuteczności zabiegów oczyszczenia otworu podjęto decyzję o odwróceniu obiegu wody dla przeprowadzenia badań i udokumentowania zasobów wydobywanych otworem GT-2 i wtłaczanych za pomocą otworu GT-1. W tym celu przeprowadzono pompowanie pomiarowe otworu Stargard GT-2 oraz pompowanie eksploatacyjno-oczyszczające GT-2 do GT-1. Na podstawie uzyskanych wyników badań udokumentowano zasoby eksploatacyjne wód termalnych z utworów jury dolnej, wydobywanej otworem Stargard GT-2 na 200  $\text{m}^3/\text{h}$  o temperaturze w stropie warstwy 86,5°C, temperaturze na wypływie wynoszącej 68,9°C i mineralizacji ok. 130  $\text{g}/\text{dm}^3$  typu Cl-Na (Bentkowski A., Kapuściński J., 2008).

Z przeprowadzonych w otworach archiwalnych badań hydrogeologicznych wynika, że najlepsze własności zbiornikowe skał w rejonie badań występują w utworach dolnej jury. Ze względu na największe głębokości zalegania i co za tym idzie najwyższą temperaturę wód, w rejonie projektowanych robót najbardziej perspektywiczny do wykorzystania w celach ciepłowniczych jest poziom wodonośny warstw mechowskich (synemur dolny-hetang) oraz nadległych warstw radowskich (synemur górny), a korzystne wykształcenie litologiczne i własności zbiornikowe charakteryzują także piaskowce warstw komorowskich (pliensbach górny). Wykaz geologicznych materiałów archiwalnych wykorzystanych w opracowaniu przedstawiono w rozdziale 14.

## **5. Uwarunkowania geomorfologiczne, klimatyczne i hydrograficzne**

### **5.1. Geomorfologia i ukształtowanie terenu**

Obszar projektowanych robót geologicznych położony jest według podziału fizyczno-geograficznego Kondrackiego (2001) w obrębie mezoregionu Równiny Pyrzyckiej (313.31), należącego do makroregionu Pobrzeża Szczecińskiego, podprowincji Pobrzeży Południowobałtyckich.

Równina Pyrzycka (Równina Pyrzycko-Stargardzka) leży na południowy wschód od Puszczy Bukowej. Jest to obszar dawnego zastoiska pyrzyckiego, obejmujący również strefę otaczających je wysoczyzn morenowych. W przewadze występują tu ropy, mufla, margle oraz piaski akumulacji lodowcowej, utwory pyłowe i gliny zwałowe. W obniżeniach terenu spotykamy torfy, mady i piaski rzeczne. Środek mezoregionu zajmuje kilka jezior, z których największe – Miedwie ma powierzchnię 36  $\text{km}^2$  i 42 m głębokości.

Obszar równinny wznosi się ku wschodowi i południu do rzędnych 60-80 m n.p.m.

### **5.2. Klimat**

Obszar arkusza Barlinek należy do strefy klimatu umiarkowanego ze znacznym wpływem klimatu oceanicznego oraz niewielkim klimatu kontynentalnego (Woś A., 1994). Średnia temperatura powietrza w zimie nie przekracza 1°C, natomiast lata 19°C (Lorenc



H., 2005). Roczna suma opadów atmosferycznych kształtuje się na poziomie 500-600 mm, natomiast średnia długość okresu wegetacyjnego wynosi od 223 do 226 dni. Dominują wiatry z kierunku zachodniego, przy czym zaznacza się dość duża częstotliwość wiatrów silnych.

### 5.3. Hydrografia

W rejonie projektowanych robót głównymi ciekami wodnymi są: rzeka Płonia, uchodząca do jeziora Dąbie oraz jej lewy dopływ z jeziora Barlineckiego. Cieki te położone są w dorzeczu Odry, w regionie wodnym Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego. Teren projektowanych robót położony jest na obszarze Jednolitej Części Wód Powierzchniowych *Płonia od źródeł do Dopływu spod Myśliborek* o następujących ustaleniach wg. Planu Gospodarowania Wodami:

- europejski kod JCWP – RW600023197651,
- nazwa JCWP – Płonia od źródeł do Dopływu spod Myśliborek,
- region wodny – region wodny Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego,
- obszar dorzecza – Odry,
- zlewnia – Płonia,
- typ JCWP – potok lub strumień na obszarze będącym pod wpływem procesów torfotwórczych,
- status – naturalna część wód
- ocena stanu – zły,
- ocena ryzyka nieosiągnięcia celów środowiskowych – zagrożona.

## 6. Budowa geologiczna oraz warunki hydrogeologiczne i geotermalne. Przewidywany profil geologiczny projektowanego otworu wiertniczego

### 6.1. Budowa geologiczna i tektonika

Miasto Barlinek położone jest w północnej części segmentu szczecińsko-gorzowskiego synklinorium szczecińsko-miechowskiego (Żelaźniewicz A. i in., 2011). Według tradycyjnego podziału tektonicznego Polski, jednostka ta zwana była niecką szczecińską (Stupnicka E., 1997). Segment gorzowski jest częścią większej jednostki tektonicznej – synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskiego, które rozciąga się od Barlinka na północy do Karpat na południu. Synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskie jest wypełnione osadami kredy górnej i określane jako jednostka depresyjna obrzeżająca antyklinorium środkowopolskie od zachodu (Stupnicka E., 1997). Tektoniczna granica szerokopromiennego antyklinorium śródpolskiego z synklinorium szczecińsko-miechowskim nie została dotąd wyznaczona. Tradycyjnie jest ona pojmowana jako granica umowna i miałaby ją stanowić linia intersekcyjna wychodni spągu kredy górnej na powierzchni podkenozoicznej (Pożaryski W., 1974).

Skrzydła segmentu szczecińsko-gorzowskiego wykazują budowę asymetryczną, ze skrzydłem południowo-zachodnim łagodniejszym, a skrzydłem północno-wschodnim bardziej stromym. Jednostka ta jest wydłużona w kierunku NW-SE, równolegle do osi antyklinorium pomorskiego. Cechują ją duże miąższości utworów kredy górnej, sięgające nawet 2000 m. W segmencie szczecińsko-gorzowskim wydzielone zostały mniejsze jednostki

strukturalne – właściwa niecka szczecińska i blok Gorzowa (Dadlez R., 1974). Jednostki te oddzielone są strefą uskokuwą Pyrzyce-Krzyż. Blok Gorzowa odróżnia się od niecki szczecińskiej mniejszą miąższością utworów kredy oraz zdecydowanie mniej rozwiniętą tektoniką solną.

## **6.2. Stratygrafia**

W celu określenia profilu litostratygraficznego projektowanego otworu Barlinek GT-1 oparto się w głównej mierze na analizie regionalnej budowy geologicznej, a także na wynikach wiercenia otworów archiwalnych w Pyrzycach (Bujakowska K. i in., 1995), Stargardzie (Bentkowski A. i in., 2006), otworu kartograficznego Myślibórz GN-1 (Wolnowski T., Czernecki R., 1971), otworu złożowego Choszczno IG-1 (Jaśkowiak-Schoeneichowa M., 1978) oraz otworu złożowego Żabicko GEO-1 (Wróbel J., 1960). Przekrój geologiczny I – I' przedstawiono na załączniku 9.

W rejonie Barlinka najstarszymi skałami rozpoznanymi wyłącznie otworowo są utwory mułowcowo-iłowcowe karbonu oraz osady permu dolnego – czerwonego spągowca oraz permu górnego – cechsztynu. Na osadach permskich zalegają utwory klastyczne dolnego triasu – pstrego piaskowca, skały węglanowe triasu środkowego – wapienia muszlowego oraz ilasto-piaskowcowe osady triasu górnego. Powyżej w profilu występują utwory dolnej jury wykształcone głównie jako naprzemianległe pakiety ilasto-piaskowcowe, piaskowce i mułowce dolomityczne środkowej jury oraz mułowce wapniste górnej jury. Na utworach jurajskich występują niewielkiej miąższości osady piaszczysto-margliste kredy dolnej oraz węglanowy kompleks kredy górnej o znacznej miąższości. Kenozoik reprezentowany jest przez ilaste i mułkowe osady paleogeńsko-neogeńskie oraz czwartorzędowe utwory polodowcowe.

### **6.2.1. Karbon**

Utwory karbonu reprezentowane przez mułowce, iłowce i podrzędnie piaskowce mułowcowe rozpoznano wyłącznie otworem Myślibórz GN-1 na głębokości 3765,5-3893,0 m.

### **6.2.2. Perm**

Perm reprezentowany jest przez osady lądowe: iłowce, mułowce, zlepińce i piaskowce facji czerwonego spągowca oraz osady morskie: anhydryty, sole i iłowce cechsztynu. Perm nawiercono w otworach: Stargard 1 na głębokości 4026,0 m, Banie 1 na głębokości 2918,0 m, Chabowo 1 na głębokości 2632,0 m i Myślibórz GN-1 na głębokości 2750,0.

### **6.2.3. Trias**

Na osadach cechsztynu zalegają utwory triasu. Dolny trias wykształcony jest w facji pstrego piaskowca i reprezentowany przez iłowce i mułowce szare, szarozielone z gipsem. Trias środkowy wykształcony jest jako iłowce wapniste, dolomity i margle facji wapienia muszlowego. Powyżej wapienia muszlowego w profilu triasu stwierdzono występowanie osadów triasu górnego: karniku, noryku i retyku reprezentowanych głównie przez iłowce pstre, szarozielone i czerwone i piaskowce drobnoziarniste. Strop triasu stwierdzono na głębokości 1343,0 m w otworze Myślibórz GN-1 i 2505,0 m w otworze Stargard 1.

Głębokość występowania stropu utworów triasu górnego – retyku w pobliskich otworach geotermalnych złóż w Pyrzycach i Stargardzie wynosi: 1625,0 m w otworze Pyrzyce GT-1, 1608,5 m w otworze Pyrzyce GT-2, 1611,5 m w otworze Pyrzyce GT-3, 1600,0 m w otworze Pyrzyce GT-4, 2670,0 m w otworze Stargard GT-1 i 2557,0 m w otworze Stargard GT-2.

#### **6.2.4. Jura dolna**

Powyżej utworów iłowcowych retyku w profilu występują osady jury dolnej, wykształcone jako naprzemianległe pakiety ilasto-mułowcowe i piaszczyste. W otworach archiwalnych strop jury dolnej został nawiercony na głębokościach: 1164,5 m w otworze Chabowo 1, 949,0 m w otworze Myślibórz GN-1 i 982,0 m w otworze Żabicko GEO-1. Miąższość osadów dolnej jury w otworach archiwalnych wynosi: 394,0 m w otworze Myślibórz GN-1, powyżej 336,0 m w otworze Choszczno IG-1 (nieprzewiercono), powyżej 50 m w otworze Żabicko GEO-1 (nieprzewiercono), 331 m w otworze Stargard 1, 543,0 m w otworze Stargard GT-1 i 427,5 m w otworze Pyrzyce GT-1.

#### **Hetang – synemur (warstwy mechowskie i radowskie)**

Najniższa część profilu jury dolnej wykształcona jest jako naprzemianległe utwory mułowcowo-ilaste i piaszczyste. Spąg warstw mechowskich reprezentowany jest przez piaszczyste, często gruboziarniste i różnoziarniste, z wkładkami mułowcowo-ilastymi, powyżej których zalegają średnioziarniste i drobnoziarniste piaszczyste kwarcowe o spoiwie ilastym i krzemionkowo ilastym, słabo zwięzłe, średniozwięzłe i zwięzłe. W stropie warstw mechowskich występują iłowce i mułowce. Powyżej warstw mechowskich występują utwory warstw radowskich datowane na synemur górny, reprezentowane głównie przez kompleks piaszczystych kwarcowych drobnoziarnistych, podrzędnie różnoziarnistych, z przewarstwieniami mułowcowo-ilastymi.

#### **Pliensbach dolny (warstwy łobeskie)**

Profil pliensbachu dolnego budują głównie iłowce i mułowce z wkładkami i przewarstwieniami piaszczystych.

#### **Pliensbach górny (warstwy komorowskie)**

Na warstwach łobeskich zalega piaszczysty pakiet warstw komorowskich pliensbachu górnego. Warstwy komorowskie wykształcone są głównie jako drobnoziarniste piaszczyste kwarcowe, w których występują przewarstwienia mułowców.

#### **Toark (warstwy gryfickie i kamieńskie)**

Toark dolny w rejonie Barlinka reprezentowany jest przez szarozielone iłowce z nielicznymi przewarstwieniami piaszczystymi warstw gryfickich. Strop utworów jury dolnej w rejonie segmentu szczecińsko-gorzowskiego wykształcony jest jako szare piaszczyste kwarcowe drobnoziarniste i różnoziarniste o spoiwie ilastym toarku górnego.

#### **6.2.5. Jura środkowa**

Jura środkowa w rejonie badań wykształcona jest jako osady klastyczne, często wapienne lub dolomityczne. W spągu utworów środkowej jury występują piaszczyste drobnoziarniste, iłowce i mułowce bajosu, powyżej których zalegają mułowce, łupki

i piaskowce chlorytowe batonu. Stropowa część profilu jury środkowej reprezentowana jest przez piaskowce dolomityczne, mułowce wapniste oraz piaskowce i iłowce z chlorytem keloweju. W otworach archiwalnych utwory środkowej jury nawiercono na głębokości 931,0-949,0 m w otworze Myślibórz GN-1, w interwale 858,0-982,0 m w otworze Żabicko GEO-1, w otworze Choszczno IG-1 na głębokości 1050,5-1164,5 m.

#### **6.2.6. Jura górna**

Jura górna w rejonie Barlinka najprawdopodobniej nie występuje lub jest znacznie zredukowana. Utwory jury górnej nawiercono otworem Choszczno IG-1 w interwale 997,5-1050,5 m i są one wykształcone jako mułowce margliste z przewarstwieniami iłowca marglistego. W otworach Żabicko GEO-1 oraz Myślibórz GN-1 nie stwierdzono występowania utworów górnej jury.

#### **6.2.7. Kreda dolna**

W rejonie Barlinka miąższość utworów kredy dolnej jest znacznie zredukowana i osiąga do kilkunastu metrów. Utwory te wykształcone są jako piaskowce glaukonitowe i margle wieku albskiego. Utwory kredy dolnej nawiercono w otworze Myślibórz GN-1 na głębokości 915,0-931,0 m, w otworze Żabicko GEO-1 kreda dolna występuje na głębokości 950,0-958,0 m, w otworze Choszczno IG-1 na głębokości 985,0-997,5 m.

#### **6.2.8. Kreda górna**

Kreda górna w segmencie szczecińsko-gorzowskim osiąga znaczne miąższości i wykształcona jest głównie w facji węglanowej. Na utworach piaszczysto-marglistych albu leżą wapienie i wapienie margliste cenomanu. Powyżej występują iłowce margliste, opoki i wapienie datowane na turon, na których zalegają opoki i margle koniaków oraz wapienie margliste i wapienie santonu. Stropowa część kredy górnej reprezentowana jest również głównie jako wapienie i wapienie margliste, podrzędnie opoki kampanu oraz lokalnie mastrychtu. Osady górnej kredy nawiercono w otworze Myślibórz GN-1 na głębokości 233,0-915,0 m, w otworze Żabicko GEO-1 kreda górna występuje na głębokości 225,0-850,0 m, w otworze Choszczno IG-1 w głębokości 154,7-985,0 m.

#### **6.2.9. Paleogen i neogen**

Na utworach podłoża mezozoicznego w rejonie badań występują osady oligocenu – iły ciemnobrunatne oraz mułki piaszczyste i piaski glaukonitowo-kwarcowe. Powyżej nich leżą piaski i piaski ilaste oraz mułki piaszczyste miocenu. Miąższość utworów paleogenu i neogenu jest zróżnicowana w zależności od głębokości zalegania utworów kredowych i wynosi od kilkudziesięciu do ponad stu metrów. Przewidywana miąższość utworów paleogenu i neogenu w rejonie Barlinka wynosi około 80 m, a ich głębokość występowania około 150 m.

#### **6.2.10. Czwartorzęd**

Najmłodszymi utworami rozpoznanymi w rejonie Barlinka są polodowcowe gliny zwałowe i piaski ze żwirem, występujące w naprzemianległych pakietach oraz najmłodsze, czwartorzędowe osady reprezentowane przez holocenyjskie piaski humusowe i osady organiczne związane z zagłębieniami bezodpływowymi. Miąższość czwartorzędu jest zmienna

i wynosi od kilkudziesięciu do ponad 200 metrów w dolinach rzecznych. W projektowanym otworze Barlinek GT-1 przewidywana miąższość czwartorzędu wynosi około 150 m.

Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz naniesionym otworem Barlinek GT-1 przedstawiająca przypowierzchniową budowę geologiczną stanowi załącznik 5.

### **6.3. Warunki hydrogeologiczne rejonu planowanych prac**

Omawiany teren położony jest w obszarze Jednolitej Części Wód Podziemnych nr 24, kod PLGW600024 o powierzchni 1305,6 km<sup>2</sup>. JCWPd 24 położona jest na obszarze dorzecza Odry, w regionie wodnym Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego. Rejon prac znajduje się, według regionalizacji hydrogeologicznej Paczyńskiego i Sadurskiego (2007), w regionie III – pomorskim. Teren projektowanych robót geologicznych znajduje się w granicach udokumentowanego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych – GZWP 135 Barlinek o powierzchni 131,4 km<sup>2</sup> obejmujący porowy kolektor czwartorzędowy, o średniej miąższości 50 m. Utwory wodonośne budują piaski sandrowe i międzymorenowe, szacunkowe zasoby dyspozycyjne wynoszą 51,5 m<sup>3</sup>/dobę, a średnia głębokość ujęć 50 m (Janiśewska B. i in., 2015).

Zgodnie z danymi z CBDH w Barlinku zlokalizowanych jest kilkadziesiąt obiektów hydrogeologicznych, głównie ujęć wód podziemnych z poziomu czwartorzędowego o głębokości od kilkunastu do ponad 100 metrów (ujęcia o numerach CBDH: 3470022, 3470023, 3470075) na potrzeby użytkowników indywidualnych i zakładów przemysłowych. Na terenie gminy Barlinek zlokalizowane jest 9 wodociągów zbiorowego zaopatrzenia w wodę, będących własnością Gminy Barlinek oraz producentów lokalnych. Ujęcia wykorzystywane w celu zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę nie znajdują w rejonie projektowanych robót wiertniczych.

#### **6.3.1. Czwartorzędowe piętro wodonośne**

W utworach czwartorzędowych wyróżnia się występowanie kilku poziomów wód podziemnych. Pierwszy, przypowierzchniowy poziom wodonośny na omawianym rejonie stanowią utwory wykształcone w postaci piasków i żwirów rzecznych oraz fluwioglacjalnych. Zwierciadło wody jest swobodne, a miąższość utworów wodonośnych zróżnicowana osiąga od 2 m do 42 m. Drugim poziomem wodonośnym w obrębie piętra czwartorzędowego jest poziom międzyglinowy górny, występujący w utworach piaszczystych i żwirowych o genezie fluwioglacjalnej izolowanych przez pakiety nieprzepuszczalnych glin zwałowych. Zwierciadło wód ma charakter napięty, kolektor porowy. Poziom ten osiąga do kilkudziesięciu metrów miąższości. Poniżej na głębokościach od 25-65 m występuje poziom międzyglinowy środkowy o napiętym zwierciadle wód, wykształcony w piaskach i żwirach polodowcowych. Naturalne typy wód podziemnych występujących w utworach czwartorzędowych to: wody wodorowęglanowo-wapniowe, wody wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowe, wody wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowe, wody wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowo-magnezowe (Karta informacyjna JCWPd nr 24).

### **6.3.2. *Paleogeńsko-neogeńskie piętro wodonośne***

Poniżej głębokości występowania skał czwartorzędowych wyróżniono paleogeńsko-neogeńskie piętro wodonośne, do którego zaliczono mioceński poziom wodonośny występujący w utworach piaszczystych, charakteryzujący się napiętym zwierciadłem wód i niewielką miąższością warstwy wodonośnej, sięgającą kilkanaście metrów. Naturalne typy wód podziemnych występujących w utworach mioceńskich to: wody wodorowęglanowo-wapniowe (Karta informacyjna JCWPd nr 24).

Wody z głębszych pięter wodonośnych w rejonie Barlinka nie są wykorzystywane do celów pitnych, ze względu na zbyt duże głębokości występowania i wysoką mineralizację ogólną. Mogą one być eksploatowane jako wody termalne i lokalnie służyć do celów balneologicznych. Poniżej przedstawiono charakterystykę najbardziej perspektywicznego pod tym względem poziomu wodonośnego, występującego w poziomie dolnej jury.

### **6.3.3. *Jurajskie piętro wodonośne***

W rejonie Barlinka wody termalne występują w utworach piaskowcowych jury dolnej. Poziomy wodonośne w utworach jury dolnej tworzą drobnoziarniste lub różnoziarniste piaski i piaskowce o zmiennej miąższości, przewarstwione utworami słaboprzepuszczalnymi lub nieprzepuszczalnymi: iłowcami i mułowcami. W profilu litologicznym liasu utwory przepuszczalne stanowią od 40 do 80% ogólnej miąższości. Mimo znacznego zróżnicowania w profilu pionowym oraz zmiennej ciągłości rozprzestrzenienia poziomego i licznych zmian litofacjalnych uznaje się, że wody podziemne występujące w przepuszczalnych utworach dolnojurajskich tworzą zbiornik o ciągłym rozprzestrzenieniu (Górecki W. [red.], 2006).

Dolnojurajski zbiornik wód termalnych występuje na znacznym obszarze Niżu Polskiego. Poziom ten ma charakter artezyjskiego lub subartezyjskiego zbiornika wód podziemnych. Swobodne zwierciadło wody występuje jedynie w strefie wychodni utworów dolnej jury. W rejonie projektowanych prac przewidywane jest występowanie wód w utworach jury dolnej pod ciśnieniem subartezyjskim lub artezyjskim. Biorąc pod uwagę ciśnienie złożowe wód zbiornika dolnojurajskiego oraz położenie projektowanego otworu na rzędnych <15 m n.p.m. istnieje możliwość wystąpienia samowypływu wód termalnych lub też zwierciadło wody termalnej stabilizować się będzie na głębokości kilku lub kilkunastu metrów pod powierzchnią terenu.

Własności wodonośne utworów piaskowcowych jury dolnej w rejonie projektowanych prac zostały zbadane hydrogeologicznie w otworach geotermalnych Stargard GT-1, Stargard GT-2, Stargard GT-3 oraz Pyrzyce GT-1, Pyrzyce GT-2, Pyrzyce GT-3, Pyrzyce GT-4 położonych w odległości kilkudziesięciu kilometrów na północ - północy zachód od Barlinka. Na tej podstawie określone zostały przypuszczalne warunki występowania wód termalnych w utworach jury dolnej w Barlinku oraz przewidywane parametry tych wód.

W obrębie utworów dolnej jury występują cztery podstawowe poziomy wodonośne obejmujące warstwy: kamieńskie, komorowskie, radowskie i mechowskie. Miąższość i rozprzestrzenienie tych utworów upoważniają do określenia ich jako zbiornika dolnojurajskiego.

### **Hetang – synemur dolny (warstwy mechowskie)**

Piaskowce warstw mechowskich w otworach ujęcia Pyrzyce zostały odwiercone wraz z pobraniem rdzenia wiertniczego i zbadane pod względem wykształcenia litologicznego i parametrów kolektorskich w nich występujących. Wyznaczono dwa podstawowe poziomy piaskowcowe o dobrych własnościach kolektorskich: dolny i górny. Poziomy te zafiltrowano i ujęto w otworach Pyrzyce GT-1 i Pyrzyce GT-3 wraz z warstwami piaskowców zalegającymi pomiędzy nimi. W otworze GT-4 zafiltrowano górny poziom zbiornikowy i pakiet piaskowcowy zalegający poniżej niego. W otworze Pyrzyce GT-2 zafiltrowany został górny poziom zbiornikowy oraz dodatkowo piaskowce warstw radowskich. Utwory piaskowcowe warstw mechowskich w otworach w Pyrzycach charakteryzują się wysokimi wartościami porowatości powyżej 30% i przepuszczalnością sięgającą 3 500 mD. Temperatura na spodzie otworu Pyrzyce GT-1 (głębokość 1637,0 m) wynosi 64,5°C, średnia ważona gradientu geotermicznego wynosi 2,7°C na 100 m. Woda termalna w eksploatawnej w Pyrzycach ma mineralizację od 117,58 g/dm<sup>3</sup> do 125,82 g/dm<sup>3</sup>, jest klasyfikowana jako chlorkowo-sodowa (solanka), bromkowa, jodkowa, żelazista, manganowa, borowa i może być wykorzystywana również w celach leczniczych i rekreacyjnych.

W Stargardzie warstwy mechowskie wraz z warstwami radowskimi zostały zafiltrowane na głębokości: 2345,0-2659,0 m.p.pt. w otworze Stargard GT-1 i ujęte bezfiltrowo na głębokości 2326,0-2557,7 m p.p.t. w otworze Stargard GT-2. Temperatura wody termalnej na wypływie z otworu wyniosła w otworze Stargard GT-1 86,88°C, a temperatura pomierzona w złożu na głębokości 2650,0 m wyniosła 94°C. Mineralizacja ogólnej wody termalnej z ujęcia w Stargardzie wyniosła 121 g/dm<sup>3</sup> w otworze Stargard GT-1 i 132 g/dm<sup>3</sup> w otworze Stargard GT-2, mineralizacja typu chlorkowo-sodowego.

### **Synemur górny (warstwy radowskie)**

Powyżej warstw mechowskich w profilu jury dolnej omawianego rejonu zalega poziom warstw radowskich o korzystnych parametrach zbiornikowych. Warstwy radowskie wykształcone są głównie jako piaskowce drobnoziarniste, miejscami różnoziarniste. Poziom ten został ujęty wraz z piaskowcami warstw mechowskich w otworze Pyrzyce GT-2. Warstwy radowskie występują w Pyrzycach na głębokościach od 1377,0 m do 1478,0 m. Warstwy radowskie zostały ujęte także w otworze Stargard GT-1 i Stargard GT-2 wraz z warstwami mechowskimi. Występują one na głębokościach 2424,0-2436,5 m w otworze Stargard GT-1 i 2326,0-2368,0 m p.p.t. w otworze Stargard GT-2. Badania porowatości i przepuszczalności na rdzeniach pobranych z warstw radowskich wskazują na ich wysoką porowatością efektywną od 19,8% do 23,26% i maksymalną przepuszczalność na poziomie 3489,06 mD.

### **Pliensbach górny (warstwy komorowskie)**

Poziom warstw komorowskich charakteryzuje się duża miąższością, często przekraczającą 100 m. Wykształcony jest w facji piaszczystej, sporadycznie występują przewarstwienia iłowców i mułowców. Porowatość piaskowców osiąga 30%, przepuszczalność 5200 mD.

### **Toark górny (warstwy kamieńskie)**

Stropowa partia utworów jury dolnej wykształcona jest jako warstwy kamieńskie o nieznacznej miąższości, maksymalnie kilkunastometrowej miąższości reprezentowane głównie przez piaskowce posiadające bardzo dobre własności zbiornikowe – porowatość osiąga 27%.

Warstwy kamieńskie i komorowskie rozdzielają utwory ilasto-mułowcowo-piaszczyste warstw gryfickich toarku dolnego, zaś warstwy komorowskie od warstw radowskich oddzielone są pakietem ilasto-mułowcowo-piaszczystym warstw łobeskich pliensbachu dolnego.

## **6.4. Warunki geotermiczne**

Temperatura wód podziemnych zależy od głębokości występowania poziomów wodonośnych, wartości strumienia ciepłego oraz właściwości termicznych skał w profilu geologicznym, w szczególności ich przewodnictwa ciepłego. Powierzchniowy strumień ciepły posiada składową kondukcyjną, związaną z przewodnictwem ciepłym skał i składową konwekcyjną, związaną z przenoszeniem ciepła w wyniku ruchu wód podziemnych. Na obszarze Polski do głębokości 1500-2000 m, wpływ na wartość gęstości strumienia ciepłego mogą mieć warunki paleoklimatyczne okresu plejstocenijskich zlodowaceń. Stopień gęstości strumienia ciepłego Ziemi w rejonie projektowanych robót geologicznych jest stosunkowo wysoki i przyjmuje wartości na poziomie powyżej 90 mW/m<sup>2</sup> (Górecki W. [red.] 2006).

Konsekwencją wartości strumienia ciepłego jest wartość gradientu geotermicznego, tj. przyrostu temperatury w zależności od głębokości. Jak wykazały badania karotazowe w archiwalnych otworach geotermalnych wykonanych w rejonie segmentu szczecińsko-gorzowskiego synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskiego, średni gradient geotermiczny zmierzony w otworze Stargard GT-1 wynosi w utworach kredy 2,66°C/100 m, w utworach jury dolnej 3,5°C/100 m, w utworach jury środkowej 2,90°C/100 m, a w utworach jury dolnej 3,03°C/100 m, średnia dla otworu 2,78°C/100 m (Bentkowski A i in., 2006). W rejonie Pyrzyc, średni gradient geotermiczny przedstawia się następująco: w utworach kredy 2,7°C/100 m, w utworach jury środkowej 3,5°C/100 m, w utworach jury dolnej 2,7°C/100 m, średnio dla całego otworu 2,7°C/100 m (Bujakowska K. i in., 1995).

Na podstawie archiwalnych danych otworowych i opracowań regionalnych (Górecki W. [red.], 2013) można przypuszczać, że w rejonie Barlinka temperatura w stropie poziomu wodonośnego jury dolnej uważanego za najbardziej perspektywiczny zbiornik wód termalnych na Niżu Polskim, wynosi około 50°C.

## **6.5. Przewidywany profil geologiczny projektowanego otworu**

Przewidywany profil stratygraficzno-litologiczny otworu Barlinek GT-1, przedstawiony w tabeli 6.1, został opracowany na podstawie informacji geologicznej uzyskanej z otworów archiwalnych, analizy regionalnej budowy geologicznej i przekrojów geologicznych (załącznik 9).



**Tab. 6.1.** Przewidywany profil stratygraficzno-litologiczny otworu Barlinek GT-1

Głębokość [m p.p.t.]		Miaż- szość	Stratygrafia		Litologia
Strop	Spag	[m]			
0,0	150,0	150,0	Czwartorzęd		piaski, żwiry, gliny
150,0	230,0	80,0	Paleogen i neogen		mułki, piaski, iły
230,0	860,0	630,0	Kreda górna		margle kredowe, białe, margle jasnoszare i ciemnoszare, wapienie jasnoszare, miejscami zapiaszczone
860,0	880,0	20,0	Kreda dolna		margle szarozielone, zapiaszczone, piaskowce margliste, szarozielone z fosforytami
880,0	980,0	100,0	Jura środkowa		piaskowce ciemnoszare, drobnoziarniste, mułowce i iłowce ciemnoszare, wapniste, piaskowce szare, miejscami chlorytowe
980,0	1080,0	100,0	Jura dolna	Toark (warstwy kamieńskie i gryfickie)	piaskowce jasnoszare i białe, drobnoziarniste, iłowce ciemnoszare, iłowce szare i szarozielone, łupki ilaste szarozielone, piaskowce bardzo drob- noziarniste białe i jasnoszare
1080,0	1180,0	100,0		Pliensbach górny (warstwy komorowskie)	piaskowce szare różnoziarniste przewarstwione iłowcami i mułowcami szarymi
1180,0	1230,0	50,0		Pliensbach dolny (warstwy gryfickie)	mułowce i iłowce szare i ciemnoszare z wkładkami piaskowca drobnoziarnistego
1230,0	1380,0	150,0		Sinemur + hetang (warstwy radoskie i me- chowskie)	piaskowce drobnoziarniste i bardzo drobnoziarniste, szare i jasnoszare, mułowce i iłowce szare i ciemnoszare
1380,0	1400,0 (1540,0)*	nieprze- wiercony	Trias górny		iłowce, iłowce mułowcowe i mułowce, łupkowe, ciemnoszare, zielone, czerwone, lekko wapniste

\* - Projektowana głębokość otworu: **1400,0 m +/- 10%**, czyli maksymalnie 1540,0 m. Możliwość wystąpienia spągu warstw jury dolnej poniżej zakładanej głębokości, co uzasadnia ewentualnie pogłębienie otworu o projektowane 10% (140 m).

## **7. Skład chemiczny, właściwości fizyczne i jakość wód podziemnych**

Skład chemiczny, właściwości fizyczne i jakość wód poziomu jury dolnej w rejonie Barlinka określono na podstawie wyników badań przeprowadzonych w otworach geotermalnych ujęć w Stargardzie i w Pyrzycach oraz na podstawie opracowań regionalnych (Górecki W. [red.], 2006)

Woda termalna z ujętego poziomu dolnojurajskiego w Stargardzie to solanka typu chlorkowo-sodowego o mineralizacji 121 g/l w otworze Stargard GT-1 i 132 g/l w otworze Stargard GT 2. Zawartość pierwiastków śladowych: (strontu, bromu, jodu, boru, baru, litu) świadczy o przydatności i możliwości wykorzystania solanek do celów leczniczych i rekreacyjnych. Metale ciężkie występują w ilościach śladowych i nie przekraczają dopuszczalnych norm. Chemizm wód oraz mineralizacja nie odbiegają od typowych dla utworów jury dolnej na obszarze całej niecki szczecińskiej. Na podstawie wskaźników hydrochemicznych stwierdzono, że są to wody biorące udział we współczesnym systemie krążenia (Bentkowski A. i in. 2006).

Woda termalna ujęta otworami w Pyrzycach GT-1 BIS charakteryzuje się suchą pozostałością w wysokości około 120 g/l. Metale ciężkie występują w badanych wodach w niewielkich ilościach, przeważnie śladowych. Chemizm opisywanych wód oraz ich mineralizacja nie odbiegają od typowych dla wód termalnych występujących w utworach jury dolnej na obszarze Niżu Polskiego. W składzie chemicznym ujmowanej solanki dominuje jon chlorkowy i sodowy (Bujakowska K. i in., 1995).

W otworze Barlinek GT-1 przewidywane parametry wody termalnej z utworów jury dolnej wynoszą: temperatura ok. 45-50°C, mineralizacja ok. 100 g/dm<sup>3</sup>, wydajność eksploatacyjna ok. 200 m<sup>3</sup>/h. Wydobywana woda najprawdopodobniej będzie typu chlorkowo-sodowego, bromkowa.

## **8. Koncepcja ujęcia wody termalnej, projektowany zakres prac**

### **8.1. Opis i uzasadnienie lokalizacji otworu wiertniczego**

Planowane przedsięwzięcie będzie realizowane na działce nr 560/16 wg ewidencji, obręb Barlinek 1. Lokalizacja wynika z założeń Inwestora (Gmina Barlinek), który posiada prawo własności w/w działki. Lokalizacja ta pozwala na zbadanie warunków geologicznych występowania wód termalnych w miejscowości Barlinek. Proponowana lokalizacja uwzględnia istniejącą infrastrukturę naziemną i podziemną, obszary objęte ochroną oraz wymagania dotyczące prowadzenia ruchu zakładów górniczych.

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

#### **8.2.1. Zakres projektowanych prac**

Niniejszy projekt sporządzony zakłada odwiercenie otworu Barlinek GT-1 do głębokości 1400,0 m dla rozpoznania możliwości eksploatacji wód termalnych z utworów jury dolnej. Zakres projektowanych prac i badań w otworze Barlinek GT-1 obejmował będzie (załącznik 10):

**Interwał 0 – 150 m p.p.t.:**

- odwiercenie otworu średnicą  $\varnothing$  559 mm,
- płuczka bentonitowa lub polimerowa,
- pobieranie prób okruchowych co 10 m,
- zarurowanie otworu rurami  $\varnothing$  18<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” ze stali J-55 i zacementowanie ich do wierzchu,
- stójka na związanie cementu (24 godziny).

**Interwał 150 – 400 m p.p.t.:**

- odwiercenie otworu średnicą  $\varnothing$  444 mm,
- płuczka bentonitowa lub polimerowa,
- pobieranie prób okruchowych co 10 m,
- wykonanie pierwszego zestawu pomiarów geofizycznych (podrozdział 8.6.1.),
- zarurowanie otworu rurami  $\varnothing$  13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>” ze stali N-80 i zacementowanie ich do wierzchu,
- stójka na związanie cementu (48 godzin).

**Interwał 400 – 1080 m p.p.t.:**

- odwiercenie otworu średnicą  $\varnothing$  311 mm,
- płuczka bentonitowa lub polimerowa,
- pobieranie prób okruchowych co 10 m,
- wykonanie drugiego zestawu pomiarów geofizycznych (podrozdział 8.6.1.),
- zarurowanie otworu rurami  $\varnothing$  9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” ze stali N-80 w interwale 300-1080 m p.p.t., ze 100 m zakładką z rurami  $\varnothing$  13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>”, zacementowanie ich na całej długości.
- stójka na wiązanie cementu (72 godziny).

**Interwał 1080 – 1400 m p.p.t.:**

- zwiercenie korka cementowego w rurach  $\varnothing$  9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>”,
- wymiana płuczki bentonitowej na płuczkę polimerową,
- odwiercenie otworu średnicą  $\varnothing$  216 mm z pobraniem ok. 100 mb rdzenia wiertniczego,
- pobieranie prób okruchowych co 5 m,
- wykonanie trzeciego zestawu badań geofizycznych (podrozdział 8.6.1.),
- poszerzenie otworu do średnicy  $\varnothing$  444 mm w interwale 1080-1400 m p.p.t.,
- wymiana płuczki na wodę,
- wykonanie pompowania oczyszczającego (podrozdział 8.7.1.)
- wykonanie ewentualnego zabiegu kwasowania (podrozdział 8.7.3.)
- wykonanie czwartego zestawu badań geofizycznych (podrozdział 8.6.1.),
- zapuszczenie filtra rurowo-prętowego typu Johnson  $\varnothing$  6<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” ze stali nierdzewnej (podrozdział 8.2.3.),
- wykonanie obsypki żwirowej,
- wykonanie piątego zestawu badań geofizycznych (podrozdział 8.6.1.),
- wykonanie pompowania oczyszczającego (podrozdział 8.7.2.)
- ewentualne boczne płukanie filtra,
- wykonanie pompowania pomiarowego pompą głębinową (podrozdział 8.7.4.)
- stabilizacja zwierciadła wody po pompowaniu,

- usunięcie ewentualnego zasypu (który może powstać w trakcie pompowania pomiarowego w wyniku procesu stabilizacji złożeń) na lewym obiegu.

### 8.2.2. Przewidywana konstrukcja i zarzutowanie otworu wiertniczego

Projektowana konstrukcja otworu Barlinek GT-1 przedstawia się następująco (tabela 8.1, załącznik 10):

**Tab. 8.1.** Przewidywana konstrukcja i zarzutowanie otworu Barlinek GT-1

Interwał [m p.p.t.]	Rodzaj i średnica narzędzia wiertniczego	Zarzutowanie	Cementowanie
0,0-150,0	świder gryzowy średnica Ø 559 mm,	rury stalowe Ø 18 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " stal J-55	do wierzchu
150,0-400,0	świder gryzowy średnica Ø 444 mm,	rury stalowe Ø 13 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> " stal N-80	do wierzchu
400,0-1080,0	świder gryzowy średnica Ø 311 mm,	rury stalowe Ø 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " stal N-80	na zakładkę do gł. 300 m p.p.t.
1080,0-1400,0	świder gryzowy średnica Ø 216 mm koronka rdzeniowa średnica Ø 216 mm poszerzacz średnica Ø 444 mm	filtr rurowo-prętowy typu Johnson Ø 6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " stal nierdzewna wieszak z pakierem, sitem bezpieczeństwa i łącznikiem dielektryczny	obsypka żwirowa

Ze względu na nieprzewidywalność warunków geologicznych autorzy projektu zakładają możliwość zmiany przyjętych długości rur i głębokości wiercenia w granicach ± 10%.

### 8.2.3. Przewidywane zafiltrowanie warstwy wodonośnej

Głównym celem otworu Barlinek GT-1 jest udostępnienie do eksploatacji utworów wodonośnych jury dolnej. W związku z tym przewidywany jest następujący schemat zafiltrowania otworu Barlinek GT-1 (tabela 8.2, załącznik 10):

**Tab. 8.2.** Przewidywany schemat zafiltrowania otworu Barlinek GT-1

Interwał [m p.p.t.]	Zafiltrowanie
1040,0-1050,0	wieszak z łącznikiem dielektrycznym, sitem bezpieczeństwa i pakierem uszczelniającym,
1050,0-1080,0	rura nadfiltrowa Ø 6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> ", stal nierdzewna,
1080,0-1176,0	filtr rurowo-prętowy typu Johnson Ø 6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> ", szczelina 0,5 mm, stal nierdzewna,
1176,0-1308,0	rura międzyfiltrowa Ø 6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> ", stal nierdzewna,
1308,0-1374,0	filtr rurowo-prętowy typu Johnson Ø 6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> ", szczelina 0,5 mm, stal nierdzewna,
1374,0-1398,0	rura podfiltrowa Ø 6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> ", stal nierdzewna.

Szczegółowy schemat zafiltrowania zostanie ustalony przez geologa nadzoru na podstawie wyników wiercenia, badań geofizycznych i badań hydrogeologicznych.

W celu zwiększenia dopływu wody złożowej wykonane zostanie poszerzenie otworu do średnicy 444 mm w interwale 1080,0-1400,0 m. W przypadku braku możliwości technicznych poszerzenia otworu do ww. średnicy, dopuszcza się możliwość zmniejszenia średnicy poszerzenia otworu w interwale wybranym do zafiltrowania, jednak nie mniej niż do średnicy 311 mm.

Otwór zostanie zafiltrowany filtrem rurowo-prętowym typu Johnson  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ ". Przed przystąpieniem do zafiltrowania otworu płuczkę znajdującą się w otworze należy wymienić na wodę oraz przeprowadzić pompowanie oczyszczające strefy złożowej. Po zapuszczeniu filtra należy wykonać żwirowanie otworu. Jako obsypkę filtracyjną należy wykorzystać naturalny, jednorodny, sortowany piasek kwarcowy (minimum 95% zawartości kwarcu), o ziarnach gładkich i możliwie okrągłych i granulacji 0,8-1,4 mm lub 0,7-1,2 mm. W przypadku trudności technicznych z wykonaniem obsypki żwirowej lub poszerzeniem otworu, nadzór geologiczny może dopuścić zamontowanie w otworze filtra z tzw. pre-obsypką.

Kolumna filtrowa zostanie powieszona na wieszaku w rurach  $\varnothing 9\frac{5}{8}$ ". Kolumna filtrowa powinna być odcięta od rur okładzinowych łącznikiem dielektrycznym.

Po zakończeniu wiercenia otworu Barlinek GT-1 i wykonaniu testów określających parametry eksploatacyjne otworu zostanie zamontowana głowica eksploatacyjna. Głowica eksploatacyjna powinna być wyposażona w zawór lub zasuwę odcinającą wypływ. Zarówno zasuwę lub zawór jaki i sama głowica powinny być w wykonaniu ze stali kwasoodpornej. Wstępnie określone wymagania odnośnie roboczego ciśnienia głowicowego wynoszą 2 MPa, temperatura robocza na głowicy około 50°C. Średnica przelotowa zasuw powinna wynosić 200 mm. Głowica powinna być tak skonstruowana, ażeby można było wykonywać pomiary geofizyczne i pomiary hydrodynamiczne wgłębnę. Głowica zostanie dostarczona przez wykonawcę wierceń.

#### 8.2.4. Wymagania dotyczące zastosowanej płuczki wiertniczej

W czasie wiercenia otworu Barlinek GT-1 w poszczególnych interwałach głębokościowych, należy wykorzystywać odpowiednio dobraną płuczkę wiertniczą. Płuczka powinna być dostosowana do rzeczywiście napotkanych warunków geologicznych. Wstępnie określono następujące właściwości płuczki wiertniczej (tabela 8.3.)

**Tab. 8.3.** Wstępnie określone parametry płuczki wiertniczej

Interwał 0,0 – 1080,0 m p.p.t.:		Interwał 1080,0 – 1400, m p.p.t.:	
rodzaj płuczki	bentonitowa lub polimerowa	rodzaj płuczki	polimerowa
gęstość (g/cm <sup>3</sup> )	1,10-1,25	gęstość (g/cm <sup>3</sup> )	1,05-1,07
lepkość plastyczna (mPa·s)	20-50	lepkość plastyczna (mPa·s)	15-25
granica płynięcia (lb/100 ft <sup>2</sup> )	15-30	granica płynięcia (lb/100 ft <sup>2</sup> )	15-25
filtracja API (cm <sup>3</sup> / 30')	<15	filtracja API (cm <sup>3</sup> / 30')	<6
pH	8,5-10	pH	8,5-10

Receptura płuczki, pomiary, kontrola i korekta jej parametrów podczas wiercenia powinna być prowadzona przez na bieżąco przez wykwalifikowany serwis płuczkowy. W tym celu wykonawca prac wiertniczych powinien zainstalować na terenie wiertni polowe laboratorium płuczkowe.

Obieg płuczki powinien być wymuszany zespołem pomp o mocach i wydajnościach zapewniających uzyskanie optymalnych parametrów hydrauliki wiertniczej. W celu uzyskiwania racjonalnego postępu wiercenia oraz ze względów ekologicznych, urządzenie wiertnicze musi być wyposażone w skuteczny system oczyszczania płuczki ze zwiercin, między innymi: koryta płuczkowe, sita wibracyjne, wirówkę dekantacyjną, mud-cleaner

z hydrocyklonami do prawidłowego odbioru fazy stałej. Koryta płuczkowe powinny być na bieżąco starannie oczyszczane z urobku w trakcie wiercenia otworu. Zużyta płuczka, a także urobek pochodzący z wiercenia powinny być utylizowane zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa.

W trakcie przewiercania utworów wodonośnych jury dolnej należy stosować ciężar równoważny ciśnieniu złożowemu. Ewentualne zaniki bądź dopływy do otworu powinny być także automatycznie rejestrowane przez serwis mudloggingowy. W przypadku wystąpienia ucieczek płuczki podczas wiercenia, należy zastosować odpowiednie metody likwidacji tych utrudnień, mając na uwadze ochronę zdolności chłonnych otworu. Metoda i technologia likwidacji katastrofalnych ucieczek płuczki powinna być opracowana po uwzględnieniu faktycznych danych z wiercenia oraz pomiarów otworowych.

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

### **8.3. Informacje dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych**

Konstrukcja otworu wiertniczego Barlinek GT-1 została zaprojektowana w taki sposób, aby zapewnić bezpiecznie prowadzenie robót wiertniczych oraz ochronę środowiska, w szczególności ochronę wód podziemnych. Urządzenie wiertnicze zostanie wyposażone w prewenter, który zapobiegnie ewentualnemu samowypływowi wody termalnej.

Horyzonty wodonośne występujące w utworach czwartorzędu zostaną kolumną rur okładzinowych  $\varnothing 18 \frac{5}{8}$ " zapuszczoną do głębokości ok. 150,0 m p.p.t. (czyli po przewierceniu całej miąższości czwartorzędu i nawierceniu stropu neogenu). Rury  $\varnothing 18 \frac{5}{8}$ " zostaną zacementowane do wierzchu.

Horyzonty wodonośne występujące w utworach paleogenu i neogenu oraz przypowierzchniowej partii kredy górnej zamknięte zostaną kolumną rur okładzinowych  $\varnothing 13 \frac{3}{8}$ " zapuszczoną do głębokości ok. 400 m p.p.t. (czyli po przewierceniu stropowej partii utworów kredy górnej). Rury  $\varnothing 13 \frac{3}{8}$ " zostaną zacementowane do wierzchu.

Głębiej zalegające horyzonty wodonośne w utworach kredy górnej, kredy dolnej, jury górnej, jury środkowej i stropowej partii jury dolnej zamknięte zostaną kolumną rur okładzinowych  $\varnothing 9 \frac{5}{8}$ " zapuszczoną do głębokości ok. 1080 m p.p.t. Rury  $\varnothing 9 \frac{5}{8}$ " zostaną zacementowane na zakładkę do gł. ok. 300 m p.p.t.

Wszystkie nieeksploatowane horyzonty wodonośne, należy zamknąć przed zakończeniem wiercenia. Proces cementowania należy przeprowadzić w sposób, który uniemożliwi przepływ płynów poza rurami okładzinowymi do izolowanych horyzontów, zarówno po rozpoczęciu wiercenia jak i w długim okresie w trakcie wykorzystywania otworu do eksploatacji wód termalnych.

Czas potrzebny na związanie cementu po każdym zabiegu cementowania określono w zależności od zacementowanego interwału (od 24 do 72 godzin). W tym czasie nie powinno się w otworze Barlinek GT-1 wykonywać żadnych prac wiertniczych.

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

Technologia wiercenia z zastosowaniem pełnego zabezpieczenia horyzontów wodonośnych poprzez rurowanie i cementowanie rur okładzinowych, uniemożliwia kontakt wód podziemnych z różnych poziomów wodonośnych, w związku z czym nie przewiduje się zakłócenia reżimu wód podziemnych poszczególnych pięter wodonośnych.

#### **8.4 Sposób i termin likwidacji otworu wiertniczego oraz rekultywacji gruntów**

Oceniając ryzyko nieosiągnięcia zakładanych parametrów wody termalnej, należy zaznaczyć, że jest ono niewielkie. Planowane do ujęcia warstwy wodonośne jury dolnej powszechnie występują na obszarze planowanych robót i posiadają dobre parametry hydrogeologiczne, co potwierdzają czynne ciepłownie geotermalne ujmujące ten poziom wodonośny w Pyrzycach i w Stargardzie.

W przypadku uzyskania niższych od zakładanych parametrów temperatury i wydajności wody złożowej istnieje możliwość jej alternatywnego wykorzystania w balneologii lub rekreacji. Za pozytywny efekt robót geologicznych uznane zostanie uzyskanie z ujętego poziomu wodonośnego dolnej jury wydajności wody termalnej powyżej 5 m<sup>3</sup>/h o temperaturze powyżej 20°C.

Jako negatywny efekt wiercenia wskazuje się uzyskanie z ujętego poziomu wodonośnego dolnej jury wydajności wody poniżej 5 m<sup>3</sup>/h lub temperatury poniżej 20°C lub całkowitego braku dopływu wód termalnych. Dokumentacja niekończąca się udokumentowaniem zasobów powinna być wykonana zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 23 grudnia 2020 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych (Dz.U. 2020, poz. 2449).

W przypadku negatywnego wyniku wiercenia otwór Barlinek GT-1 może zostać wykorzystany przez Inwestora w celu zainstalowania otworowego wymiennika ciepła lub, jako nieproduktywny, zostać zlikwidowany na podstawie odrębnego projektu robót geologicznych. Likwidacja polegała będzie na wykonaniu cementowego korka uszczelniającego. Można to zrobić przez zapuszczenie przewodu do odpowiedniej głębokości i wtłoczenie nim zaczynu cementowego w celu izolacji przewierconych poziomów wodonośnych. W górnej części odwiertu również wykonywany jest korek cementowy. Ponad powierzchnią terenu widoczny jest jego fragment (cementowy cokolik oraz tabliczka z datą i nazwą zlikwidowanego odwiertu). W przypadku likwidacji otworu wiertniczego, zostaje on udokumentowany po zakończeniu robót wiertniczych.

Po zakończeniu prac wiertniczych teren wokół otworu zostanie wyrównany i przywrócony do stanu przed rozpoczęciem wykonywania prac.

#### **8.5 Prace geodezyjne**

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

Po zakończeniu prac wiertniczych otwór należy zaniwelować w dowiązaniu do państwowej sieci geodezyjnej oraz zlokalizować na mapie sytuacyjno-wysokościowej z podaniem:

- współrzędnych poziomych układzie: „1992”, „2000”, „WGS 84”,
- rzędnej terenu w m n.p.m.,
- rzędnej głowicy otworu w m n.p.m.

## **8.6 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**

### **8.6.1. Badania geofizyczne**

Zakres i metody zamierzonych badań geofizycznych zostały dobrane w taki sposób, aby na ich podstawie określić stan techniczny otworu oraz charakterystykę przewierconych skał, ze szczególnym uwzględnieniem parametrów wybranego do eksploatacji poziomu zbiornikowego wód termalnych. Podczas wiercenia otworu Barlinek GT-1 przewiduje się wykonanie badań geofizycznych, które mają na celu między innymi:

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

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

- profilowanie średnicy otworu,
- profilowanie krzywizny otworu,
- profilowanie gamma,
- profilowanie gamma-gamma gęstościowe,
- trójzasięgowe profilowanie oporności,
- profilowanie neutronowe,
- profilowanie akustyczne do oceny stanu zacementowania rur  $\varnothing 18\frac{5}{8}$ ".

Drugi zestaw badań geofizycznych zostanie wykonany przed zarurowaniem otworu rurami  $\varnothing 9\frac{5}{8}$ " w interwale 300,0 – 1080,0 m w zaprezentowanym poniżej zakresie:

- profilowanie średnicy otworu,
- profilowanie krzywizny otworu,
- profilowanie gamma,
- profilowanie gamma-gamma gęstościowe,
- trójzasięgowe profilowanie oporności,
- profilowanie neutronowe,
- profilowanie akustyczne do oceny stanu zacementowania rur  $\varnothing 13\frac{3}{8}$ ".

Trzeci zestaw badań geofizycznych zaplanowano po odwierceniu otworu do głębokości 1400,0 m. Badania zostaną przeprowadzone przed poszerzeniem otworu w zaprezentowanym poniżej zakresie:

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



- profilowanie gamma-gamma gęstościowe,
- profilowanie gamma spektrometryczne,
- trójzasięgowe profilowanie oporności,
- profilowanie neutronowe,
- pomiary imagerem elektrycznym,
- profilowanie akustyczne do oceny stanu zacementowania rur  $\varnothing 9\frac{5}{8}$ ".

Czwarty zestaw badań geofizycznych zostanie przeprowadzony po poszerzeniu otworu w interwale 1080,0-1400,0 p.p.t w następującym zakresie:

- pomiar średnicy otworu.

Piąty zestaw badań geofizycznych zaplanowano po zafiltrowaniu otworu w interwale 1080,0-1400,0. Badania zostaną przeprowadzone w zaprezentowanym poniżej zakresie:

- stan zafiltrowania otworu,
- stan obsypki,
- profilowanie temperatury (w warunkach ustalonych) w całym profilu otworu.

### **8.6.2. Ilość i wielkość planowanych do pobrania próbek geologicznych**

#### **Pobór i opis próbek okruchowych i rdzeni wiertniczych**

W otworze Barlinek GT-1 wiercenie prowadzone będzie bezrdzeniowo do głębokości 1080,0 m. Częstotliwość pobierania próbek okruchowych będzie wynosiła co 10 m, w celu bieżącego określania profilu stratygraficznego i litologicznego otworu. W interwale 1080,0-1400,0 m próbki okruchowe będą pobierane z interwałów nierdzeniowanych z częstotliwością co 5 m. Próby okruchowe powinny być brane z sit płuczkowych, zawsze z tego samego miejsca, każda próbka o wadze co najmniej 200 g. Powinny być dokładnie wypłukane z płuczki i złożone do skrzynek lub opakowań specjalnie do tego przeznaczonych.

W interwale 1080,0 – 1400,0 m zakłada się pełne rdzeniowanie i pobranie łącznie około 100 mb rdzenia wiertniczego z utworów wodonośnych wód termalnych jury dolnej. Zakres rdzeniowania warstwy wodonośnej pozwoli na uzyskanie pełnej charakterystyki planowanego do eksploatacji poziomu zbiornikowego. Uzysk rdzenia powinien wynosić minimum 80%. Rdzenie powinny być obmyte z płuczki i złożone do skrzynek.

Skrzynki lub opakowania, w których składowane będą próbki okruchowe oraz rdzenie wiertnicze powinny być dokładnie opisane. Opisy powinny być czytelne i zabezpieczone przed uszkodzeniem, zgodnie z zapisami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz. U. 2015, poz. 903). Po zakończeniu wiercenia próby okruchowe i rdzenie należy przewieźć w miejsce wskazane przez zlecniodawcę.

#### **Pobór próbek wody i gazu**

W czasie opróbowania wybranego do eksploatacji poziomu zbiornikowego w otworze Barlinek GT-1 przewiduje się pobranie łącznie 3 próbek wody termalnej do badań laboratoryjnych:

- 1 próbka podczas pompowania oczyszczającego,
- 2 próbki podczas pompowania pomiarowego, na początku pompowania i pod koniec jego realizacji.

Wielkość, sposób pobierania i przechowywania próbek powinien zabezpieczyć naturalną zawartość składu chemicznego w wodzie zgodnie z zasadami ujętymi w normie PN-ISO 5667-11:2017. Dla niektórych oznaczeń próbki należy pobierać oddzielnie, a dla oznaczeń składników gazowych należy zadbać, aby nie dopuścić do kontaktu wody z powietrzem. Zakres oznaczeń pobranych próbek wody termalnej przedstawiono w podrozdziale 8.8.2.

Należy również pobrać do badań laboratoryjnych 1 próbkę gazu wydzielającego się z wody termalnej, wykonać oznaczenia jego składu i określić wykładnik gazowy.

## **8.7. Opis opróbowania otworu**

### **8.7.1. Pompowanie oczyszczające przed zafiltrowaniem otworu**

Pompowania oczyszczające mają na celu oczyszczenie strefy złożowej z pozostałości płuczki wiertniczej i zawiesiny pylastej, a zatem polepszenie dróg dopływu wody do otworu oraz przygotowanie otworu do pompowania pomiarowego i eksploatacji.

Pompowanie oczyszczające przed zafiltrowaniem należy wykonać po wymianie płuczki zalegającej w otworze na wodę. W przypadku stwierdzenia w profilu warstwy wodonośnej utworów słabozwięzłych, które mogą powodować nadmierne sypanie ze ścian otworu, nadzór geologiczny może podjąć decyzję o odstąpieniu od pompowania oczyszczającego przed zafiltrowaniem.

Pompowanie oczyszczające przed zafiltrowaniem może być wykonane pompą głębinową lub air-liftem. Pompowanie to zaleca się wykonać z wzrastającą wydajnością, na jednym stopniu dynamicznym, w razie potrzeby z zastosowaniem uderów hydraulicznych w celu zwiększenia skuteczności oczyszczania strefy złożowej. Pompowanie należy prowadzić do uzyskania czystej wody, bez piasku i zawiesiny pyłowej.

W czasie pompowania oczyszczającego należy prowadzić pomiary wydajności, temperatury na wypływie i położenia zwierciadła wody w otworze.

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

Wypompowana woda będzie gromadzona w szczelnym zbiorniku zrzutowym, który zostanie wybudowany przez wykonawcę wiercenia. Zbiornik zrzutowy zostanie wykonany jako szczelne zagłębienie w ziemi wyłożone folią termozgrzewalną. Jego pojemność (podrozdział 8.9.3) będzie musiała być dobrana w taki sposób, aby pomieścić wody z pompowań oczyszczających i pomiarowych. Przy założeniu uzyskania maksymalnej wydajności otworu podczas pompowania oczyszczającego, wynoszącej 200 m<sup>3</sup>/h, konieczne będzie wypompowanie około 1000 m<sup>3</sup> wody:

$$Q_w = 200 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 5\text{h} = 1000 \text{ m}^3$$

### **8.7.2. Pompowanie oczyszczające po zafiltrowaniu otworu**

Przed przystąpieniem do pompowania oczyszczającego po zafiltrowaniu należy wykonać pomiar ustabilizowanego zwierciadła wody w otworze.

Pompowanie oczyszczające po zafiltrowaniu otworu może być wykonane pompą głębinową lub air-liftem z maksymalną możliwą do uzyskania wydajnością. Wskazane są

przy tym pulsacyjne zmiany wydajności, powodujące udary hydrauliczne, co ułatwia wymywanie frakcji pylastej.

Podczas pompowania oczyszczającego po zafiltrowaniu musi być prowadzona ciągła, automatyczna rejestracja parametrów, tj.: wydajności, położenia dynamicznego zwierciadła wody, temperatury wody termalnej. Na podstawie wyników uzyskanych z pompowania oczyszczającego ustalone zostaną parametry dla pompowania pomiarowego.

Szczegółowy program pompowania oczyszczającego po zafiltrowaniu i ewentualnych zabiegów usprawniających zostanie opracowany przez geologa nadzorującego.

Czas trwania pompowania szacuje się na około 5 godzin lub do uzyskania czystej wody, bez zawiesiny pylastej. Zakładając uzyskanie maksymalnej wydajności otworu wynoszącej 200 m<sup>3</sup>/h, podczas pompowania oczyszczającego po zafiltrowaniu zostanie wypompowane około 1000 m<sup>3</sup> wody:

$$Q_w = 200 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 5\text{h} = 1000 \text{ m}^3$$

Woda termalna z pompowania oczyszczającego będzie magazynowana w zbiorniku zrzutowym, podobnie jak z wcześniejszych pompowań.

### **8.7.3. Zabiegi intensyfikujące dopływ**

W przypadku stwierdzenia w czasie pompowań oczyszczających niezadawalających dopływów wody złożowej do otworu (wydajność poniżej 200 m<sup>3</sup>/h) należy przeprowadzić zabiegi intensyfikujące dopływ – np. kwasowanie. Projekt techniczny kwasowania zostanie przygotowany przez nadzór geologiczny.

Ciecz poreakcyjna zostanie wypompowana z otworu do dołu zrzutowego, gdzie zostanie zneutralizowana i nastąpi jej rozcieńczenie wodami pochodzącymi z pompowania oczyszczającego i pomiarowego. Pompowanie oczyszczające będzie prowadzone do uzyskania czystej i klarownej wody bez jakiegokolwiek zawiesiny o odczynie pH zbliżonym do odczynu wody przed zabiegiem kwasowania.

Przed zapuszczeniem filtra należy sprawdzić głębokość otworu i ewentualnie odpłukać powstały zasyp. Odpłukanie musi być wykonywane w technologii lewego obiegu płuczki.

Zakłada się, że oczyszczenie otworu z cieczy poreakcyjnej oraz ewentualne odpłukanie zasypu może trwać około 5 godzin, co daje około 1000 m<sup>3</sup> wypompowanej wody:

$$Q_w = 200 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 5\text{h} = 1000 \text{ m}^3$$

### **8.7.4. Pompowanie pomiarowe**

Przed przystąpieniem do pompowania pomiarowego należy wykonać pomiary ustabilizowanego zwierciadła wody w otworze. Przewiduje się przeprowadzenie pompowania pomiarowego za pomocą pompy głębinowej, przy trzech ustalonych wydajnościach pomiarowych (bez przerw pomiędzy nimi):

$$Q_1 = \frac{1}{3} Q_{\text{max}}, \quad Q_2 = \frac{2}{3} Q_{\text{max}}, \quad Q_3 = Q_{\text{max}},$$

gdzie  $Q_{\text{max}}$  – wydajność maksymalna ustalona przez nadzór geologiczny na podstawie wyników z pompowania oczyszczającego.

Ostateczne wydajności poszczególnych stopni oraz czas trwania pompowania pomiarowego zostaną ustalone przez nadzór geologiczny na podstawie wydajności otworu

uzyskanej podczas pompowania oczyszczającego. Wstępnie zakłada się czas trwania pompowania na nie mniej niż: 24 godziny (trzy stopnie pompowania, ok. 6 godzin na pierwszym i drugim stopniu oraz ok. 12 godzin na trzecim stopniu).

Na czas pompowania pomiarowego wykonawca wierceń powinien zapewnić co najmniej:

- pompę głębinową o wydajności co najmniej  $200 \text{ m}^3/\text{h}$  przy wysokości podnoszenia około 200 m. Pompa będzie zapuszczona w rurach  $\varnothing 13^{3/8}$ " na głębokość około 150 m. Pompa powinna być odporna na temperaturę około  $50^\circ\text{C}$  i solankę o mineralizacji około  $100 \text{ g}/\text{dm}^3$ ,
- skrzynię przelewową (około  $2 \text{ m}^3$ ) z przelewem prostokątnym,
- zbiornik stalowy otwarty o pojemności 30-40  $\text{m}^3$  do odbioru wody wypompowywanej z otworu i kontrolnego pomiaru średniego wydatku wody,
- zbiornik zrzutowy do magazynowania wypompowywanej wody (podrozdział 8.9.3),
- ciągłą, automatyczną rejestrację parametrów pompowania, tj.: wydajności eksploatacyjnej, położenia dynamicznego zwierciadła wody, temperatury eksploatowanej wody termalnej na wypływie z otworu,
- do obserwacji zmian głębokości zwierciadła wody zaleca się stosować manometr wgłębny zamontowany na dnie otworu; w przypadku braku zastosowania manometru wgłębego, należy w interpretacji pompowań uwzględnić tzw. efekt „termoliftu”.

Wstępnie zakłada się następujący program pompowania pomiarowego w otworze

Barlinek GT-1:

I stopień próbnego pompowania:

- wydajność  $Q_1 = \text{ok. } 67 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- czas trwania pompowania – około 6 h,
- możliwość wypompowania około  $400 \text{ m}^3$  wody.

II stopień próbnego pompowania:

- wydajność  $Q_2 = \text{ok. } 133 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- czas trwania pompowania – około 6 h,
- możliwość wypompowania około  $800 \text{ m}^3$  wody.

III stopień próbnego pompowania:

- wydajność  $Q_3 = \text{ok. } 200 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- czas trwania pompowania – około 12 h,
- możliwość wypompowania około  $2400 \text{ m}^3$  wody.

Po zakończeniu pompowania należy przeprowadzić stabilizację zwierciadła wody nie przerywając ciągłej, automatycznej rejestracji parametrów hydrogeologicznych.

Podczas pompowania pomiarowego utworów jury dolnej w otworze Barlinek GT-1 może być wyeksploatowanych około  $3600 \text{ m}^3$  solanki, która będzie gromadzona w przygotowanym wcześniej szczelnym dole zrzutowym.

Dokumentacja badań hydrogeologicznych z otworu Barlinek GT-1 w postaci rejestracji parametrów technicznych, technologicznych i hydrogeologicznych będzie na bieżąco przekazywana dozorowi geologicznemu w laboratorium polowym. Szczegółowe wyniki prowadzonych obserwacji i badań, zestawione w formie tekstowej i graficznej, będą zawarte w dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego. Materiały z dokumentacji wynikowej wykorzystane zostaną do wykonania dokumentacji hydrogeologicznej.

#### **8.7.5. Polowe laboratorium geologiczne**

Na potrzeby dozoru geologicznego należy zainstalować na terenie wiertni polowe laboratorium geologiczne, którego zadaniem będzie:

- określanie litologii przewiercanych utworów na podstawie próbek okruchowych,
- określanie litologii i opis rdzeni wiertniczych,
- tworzenie aktualnego profilu stratygraficzno-litologicznego,
- opis opakowań i skrzynek do składowania próbek okruchowych i rdzeni wiertniczych.

Dozór geologiczny musi być prowadzony przez osoby posiadające kwalifikacje geologiczne kategorii IV lub XIII, o których mowa w art. 50 ust. 2 ustawy Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2022 poz. 1072).

#### **8.7.6. Laboratorium kontrolno-pomiarowe typu „mud logging”**

W czasie wiercenia otworu należy na bieżąco prowadzić obserwacje: postępu i parametrów wiercenia, ubytków płuczki wiertniczej, dopływów wód, objawów zgazowania (metan, siarkowódór lub inne gazy). W tym celu w trakcie wiercenia otworu na terenie wiertni przewiduje się zainstalowanie laboratorium kontrolno-pomiarowego typu „mud logging”. Jego zadaniem będzie wykonywanie na bieżąco następujących prac:

- pobór prób okruchowych,
- przygotowanie prób okruchowych i rdzeni wiertniczych do opisu litologicznego,
- określanie udziału procentowego typów skał w próbkach okruchowych,
- analiza węglanowości w próbkach okruchowych i rdzeniach wiertniczych,
- rejestracja postępu wiercenia oraz parametrów technologicznych wiercenia: głębokość otworu, głębokość i położenie świdra, nacisk na świder, ciężar na haku, obroty, moment obrotowy,
- rejestracja parametrów płuczki wiertniczej: bilans płuczki, natężenie wypływu płuczki, ciśnienie tłoczenia płuczki, gęstość i temperatura płuczki wchodzącej i wychodzącej, objętość płuczki w zbiornikach,
- monitorowanie zaników płuczki wiertniczej, dopływów wód,
- monitorowanie całkowitej zawartości gazów i przyływów gazu w płuczce wiertniczej, w tym gazów palnych, metanu, siarkowodoru.

### **8.8. Zakres badań laboratoryjnych**

#### **8.8.1. Badania laboratoryjne próbek okruchowych i rdzeni**

Z rdzeni wiertniczych, a w razie potrzeby także z wybranych próbek okruchowych, należy wykonać płytki cienkie do specjalistycznych badań petrograficznych, które obejmować będą: skład petrograficzny skał, rodzaj spoiwa, wypełnienie przestrzeni międzyporowych, kształt i obtoczenie ziaren. Zakłada się wykonanie około 10 szlifów do światła przechodzącego.

W celu określenia parametrów petrofizycznych skał, należy na próbkach pobranych z rdzeni wiertniczych wykonać badania porowatości i przepuszczalności, z wykorzystaniem metod piknometrii helowej, porozymetrii rtęciowej i przepuszczalności gazowej. Zakres oznaczeń powinien obejmować co najmniej: gęstość objętościową, gęstość

szkieletową, porowatość całkowitą, porowatość otwartą, powierzchnię właściwą porów, histerezę, przepuszczalność prostopadłą i równoległą. Próbkę do badań petrofizycznych należy pobrać co około 10 m (częściej w przypadku dużej zmienności litologicznej) i wykonać około 10 oznaczeń.

W zakresie badań geochemicznych skał należy wykonać badania węglanowości i oznaczyć zawartość kalcytu i dolomitu na każdej z prób okruchowych, a także próbkach pobranych co około 10 m z rdzeni wiertniczych. Należy również wykonać około 10 analiz dyfraktometrycznych XRD (proszkowe, ewentualnie sedymentowane) dla określenia składu mineralnego skał.

W przypadku wątpliwości co do położenia stratygraficznego przewierczanych utworów zakłada się wykonanie około 5 oznaczeń mikropaleontologicznych na próbkach z rdzeni wiertniczych lub próbkach okruchowych.

Badania laboratoryjne na próbkach skał posłużą do uściślenia profilu litologiczno-stratygraficznego, określenia parametrów zbiornikowych, porowatości otwartej i przepuszczalności, oznaczenia składu chemicznego i mineralnego, ewentualnie dobrania składu i receptury cieczy kwasującej. Próbkę do badań laboratoryjnych zostaną pobrane z interwałów wytypowanych przez nadzór geologiczny.

#### **8.8.2. Badania laboratoryjne próbek wody termalnej i gazów**

W trakcie opróbowania hydrogeologicznego poziomów zbiornikowych oraz po zakończeniu robót geologicznych wykonane zostaną następujące badania próbek wody:

- terenowe pomiary własności fizyczno-chemicznych wody:
  - temperatury,
  - odczynu pH,
  - przewodności elektrolitycznej właściwej PEW,
  - potencjału eH (redox).
- badania laboratoryjne składu chemicznego i właściwości fizykochemicznych w zakresie:
  - barwy, mętności, smaku, zapachu,
  - odczynu pH, potencjału Eh (redox), tlenu rozpuszczonego, temperatury, przewodności elektrolitycznej właściwej, kwasowości, zasadowości, utlenialności,
  - twardości wody (ogólnej, węglanowej i niewęglanowej), mineralizacji ogólnej,
  - absorbancji wody przy  $\lambda = 254 \text{ nm}$  i  $\lambda = 436 \text{ nm}$ ,
  - podstawowych jonów: siarczanowego  $\text{SO}_4^{2-}$ , chlorkowego  $\text{Cl}^-$ , wodorowęglanowego  $\text{HCO}_3^-$ , sodowego  $\text{Na}^+$ , potasowego  $\text{K}^+$ , wapniowego  $\text{Ca}^{2+}$ , magnezowego  $\text{Mg}^{2+}$ , fosforanowego  $\text{PO}_4$ , azotanów  $\text{NO}_3^-$ , azotynów  $\text{NO}_2^-$ , jonu amonowego  $\text{NH}_4^+$ , jonów żelaza  $\text{Fe}^{2+}$  i  $\text{Fe}^{3+}$ ,
  - składników mineralnych: antymonu Sb, arsenu As, baru Ba, boru B, bromu Br, chromu Cr, cynku Zn, fluoru F, glinu Al, jodu I, kadmu Cd, kobaltu Co, krzemionki  $\text{SiO}_2$ , kwasu metakrzemowego  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ , kwasu metaborowego  $\text{HBO}_2$ , litu Li, manganu Mn, miedzi Cu, molibdenu Mo, niklu Ni, ołowiu Pb, rtęci Hg, selenu Se, siarki S, strontu Sr, tytanu Ti, wanadu V,
  - mikrozanieczyszczeń: cyjanków, fenoli, pestycydów, detergentów, TOC, WWA, substancji powierzchniowo czynnych (anionowych),

- składników gazowych: siarkowodoru  $H_2S$ , tlenu  $O_2$ , dwutlenku węgla  $CO_2$ , gazów węglowodorowych, gazów szlachetnych,
- analiza radiochemiczna: stężenie radonu, radu, uranu, toru oraz całkowita aktywność promieniotwórcza  $\alpha$  i  $\beta$ ,
- badania izotopowe: skład izotopowy tlenu  $\delta^{18}O$  i wodoru  $\delta^2H$ , stężenie trytu  $^3H$ , skład izotopowy węgla  $\delta^{13}C$  i aktywność  $^{14}C$ .
- badania mikrobiologiczne: ogólna liczba mikroorganizmów w  $36^\circ C$  i w  $22^\circ C$ , liczba bakterii grupy *coli*, liczba bakterii *Escherichia coli*, liczba enterokoków, liczba bakterii *Pseudomonas aeruginosa*, liczba *Clostridium perfringens* (łącznie ze sporami),
- badania składu gazu wydzielającego się z wody i określenie wykładnika gazowego.

## 8.9. Przewidywana wydajność dopływu, jakość wody odpompowywanej z otworu wiertniczego oraz sposób jej odprowadzania

### 8.9.1. Przewidywana wydajność dopływu wód do otworu

Parametry wodonośne utworów jury dolnej w rejonie segmentu szczecińsko-gorzowskiego synklinorium szczecińsko-lódzko-miechowskiego są stosunkowo dobrze rozpoznane. Warstwy te zostały opróbowane w otworach hydrogeologicznych w Pyrzycach i Stargardzie, na podstawie których funkcjonują ciepłownie geotermalne. Jednak ze względu na znaczną odległość projektowanego otworu od istniejących ciepłowni w Pyrzycach i Stargardzie, która wynosi odpowiednio 27 i 42 km, obliczenia wstępne przewidywanej wydajności wykonano w oparciu o dane przedstawione w „Atlasie zasobów geotermalnych na Niżu Polskim – formacje mezozoiku” (Górecki W. [red.] 2006).

Parametry przyjęte do obliczeń przedstawiają się następująco:

$d$  – średnica filtra łącznie z obsypką – 0,444 m,

$l$  – długość części czynnej filtra – 162 m,

$m$  – miąższość efektywna horyzontu wodonośnego – 250 m (wg Górecki W. [red], 2006).

$T$  – przewodność hydrauliczna –  $350 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$  (średnia dla jury dolnej w rejonie Barlinka wg Górecki W. [red], 2006).

Szacunkową wydajność dopuszczalną projektowanego otworu Barlinek GT-1 obliczono ze wzoru:

$$Q_{dop} = 3,14 \cdot d \cdot l \cdot v_{dop}$$

$v_{dop}$  – prędkość dopuszczalna dopływu wody do otworu obliczona wzorem Sichardta (zalecanym dla studni przewidzianych do stałej, długoletniej eksploatacji)

$$v_{dop} = \frac{\sqrt{k}}{15}$$

$k$  - współczynnik filtracji

$$k = \frac{T}{m}$$

$$k = \frac{T}{m} = \frac{0,0035}{250} = 0,000014 \text{ m/s}$$

$$v_{dop} = \frac{\sqrt{k}}{15} = \frac{\sqrt{0,000014}}{15} = 0,89 \text{ m/h}$$

$$Q_{dop} = 3,14 \cdot d \cdot l \cdot v_{dop} = 3,14 \cdot 0,444 \cdot 162 \cdot 0,89 \approx 202 \text{ m}^3/\text{h}$$

Obliczona wydajność dopuszczalna projektowanego otworu Barlinek GT-1 w utworach jury dolnej przy przyjętych parametrach wynosi około 202 m<sup>3</sup>/h. Biorąc pod uwagę wstępny charakter powyższych obliczeń, zakładana wydajność otworu Barlinek GT-1 będzie wynosiła około 200 m<sup>3</sup>/h.

Wyniki powyższych wstępnych obliczeń są zbliżone do wyników badań hydrogeologicznych przeprowadzonych podczas pompowania pomiarowego otworu GT-1 w Pyrzychach, w którym uzyskano wydajność eksploatacyjną wynoszącą 221 m<sup>3</sup>/h przy depresji 25,5 m, a zatwierdzone zasoby wyniosły 340 m<sup>3</sup>/h z dwóch otworów eksploatacyjnych (Bujakowska K. i in., 1995) oraz otworu Stargard GT-2, gdzie uzyskano maksymalną wydajność wynoszącą 207 m<sup>3</sup>/h, przy depresji 55,6 m (Bentkowski A. i in., 2006).

Wody podziemne występujące w przepuszczalnych utworach jury dolnej tworzą zbiornik o ciągłym rozprzestrzenieniu, którego zasilanie tego odbywa się drogą pośrednią w strefach wychodni utworów dolnojurajskich pod warstwą utworów czwartorzędowych oraz pośrednio poprzez zasilanie infiltracyjne przez przepuszczalne utwory trzeciorzędowe (Górecki W. [red.] 2006). Wody termalne zbiornika dolnojurajskiego, który planuje się ująć otworem Barlinek GT-1, są zatem zasobem odnawialnym, dzięki zasilaniu infiltracyjnemu z warstw nadległych oraz dopływowi horyzontalnemu z części zbiornika nieobjętej eksploatacją.

#### **8.9.2. Przewidywana jakość odpompowywanej wody**

Na podstawie analizy danych archiwalnych, m.in. opracowań regionalnych (Górecki W. [red.] 2006) i dokumentacji hydrogeologicznych pobliskich ujęć wód termalnych (Bujakowska K. i in., 1995; Bentkowski A. i in., 2006) przewiduje się, że temperatura wody termalnej z utworów jury dolnej w otworze Barlinek GT-1 może sięgać około 45-50°C. Mineralizacja ogólna wody termalnej będzie wynosiła około 100 g/dm<sup>3</sup>, typ chemiczny wody: chlorkowo-sodowy, bromkowa.

#### **8.9.3. Sposób odprowadzania odpompowywanej wody**

Wypompowana z otworu Barlinek GT-1 woda termalna będzie przejściowo magazynowana w zbiorniku zrzutowym, który zostanie wykonany na terenie planowanych robót geologicznych. W trakcie pompowań oczyszczających oraz ewentualnych zabiegów intensyfikujących dopływ przewiduje się wypompowanie ok. 3000 m<sup>3</sup> wody (podrozdziały 8.7.1-8.7.3), natomiast w trakcie pompowania pomiarowego przewiduje się wypompowanie ok. 3600 m<sup>3</sup> wody (podrozdział 8.7.4). Łącznie zakłada się wypompowanie ok. 6600 m<sup>3</sup> wody, która zostanie zgromadzona w zbiorniku zrzutowym. Pojemność zbiornika zrzutowego powinna wynosić ok. 6600 m<sup>3</sup>. Dopuszczalne jest wykonanie zbiornika zrzutowego o mniejszej pojemności, jednak nie mniej niż 4000 m<sup>3</sup>. W takim przypadku zostanie on całkowicie opróżniony przed rozpoczęciem pompowania pomiarowego, tak aby nie spowodować ograniczenia niezbędnego zakresu badań prowadzonych w czasie pompowania pomiarowego otworu.

W zależności od mineralizacji wody zgromadzonej w zbiorniku zrzutowym podjęta zostanie decyzja odnośnie jej zagospodarowania lub unieszkodliwienia. Ze względu na prognozowaną mineralizację wynoszącą ok. 100 g/dm<sup>3</sup>, konieczna będzie najprawdopodobniej



selektywna utylizacja wód termalnych przez uprawniony podmiot. Rozważany jest także ich zrzut do kanalizacji, po uzyskaniu zgody właściciela.

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

Zgodnie z Art. 82 ust. 1 pkt. 4 Prawa geologicznego i górniczego (Dz.U. 2022, poz. 1072) podmiot, który wykonuje roboty geologiczne na podstawie decyzji o zatwierdzeniu projektu robót geologicznych, ma obowiązek bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych, w tym robót geologicznych, oraz ich wyników. Podmiot który wykonuje roboty geologiczne w celu między innymi poszukiwania lub rozpoznawania złóż kopalin lub wykonania regionalnych badań budowy geologicznej kraju, a także określania warunków hydrogeologicznych, ma obowiązek bieżącego przekazywania Państwowej Służbie Geologicznej danych geologicznych uzyskanych w wyniku prac geologicznych, w tym robót geologicznych w terminie nie później niż 14 dni od dnia ich uzyskania.

Zgodnie z art. 2, pkt 2 Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. 2017, poz. 2075) próbki okruchowe oraz rdzenie wiertnicze uzyskane w wyniku wiercenia otworu Barlinek GT-1 należą do próbek trwałego przechowywania i podlegają przekazaniu Państwowej Służbie Geologicznej.

Zakres, formę i tryb przekazywania próbek oraz zakres, format i tryb przekazywania danych geologicznych określa § 12 i § 14 ust. 1 pkt. 6 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz. U. 2015, poz. 903). Zgodnie z ww. Rozporządzeniem przekazaniu podlegają próby okruchowe w ilości co najmniej  $\frac{1}{2}$  objętości próby oraz rdzenie wiertnicze w ilości nie mniejszej niż  $\frac{1}{2}$  rdzenia przeciętego zgodnie z płaszczyzną równoległą do osi walca, pozostające w stanie nienaruszonym, bez śladów opróbowania tej części rdzenia. Zgodnie z § 8 Rozporządzenia próbki przekazuje się wraz z aktualnym profilem geologicznym otworu wiertniczego lub wyrobiska rozpoznawczego, na którym zaznaczono miejsca dokonania opróbowania.

W czasie prowadzonych robót geologicznych pobrane zostaną próbki badań wody termalnej i gazu do badań laboratoryjnych. Zgodnie z zapisami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. 2017, poz. 2075) próbki wody i gazu należą do próbek czasowego przechowywania i nie podlegają przekazaniu Państwowej Służbie Geologicznej. Zgodnie z § 14 ust. 1 pkt. 6 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz. U. 2015, poz. 903) przekazaniu podlegają wyniki dotyczące terenowych pomiarów właściwości fizyczno-chemicznych wody oraz laboratoryjnych oznaczeń właściwości fizyczno-chemicznych wody.

## **10. Etapy i harmonogram prac**

Przedsięwzięcie realizowane będzie jednoetapowo. Termin rozpoczęcia robót geologicznych zostanie określony przez Inwestora. Roboty wiertnicze mogą być rozpoczęte po zatwierdzeniu niniejszego projektu robót geologicznych i spełnieniu pozostałych

wymogów wynikających z ustawy Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2022, poz. 1072). Harmonogram projektowanych robót geologicznych obejmuje czynności przedstawione w tabeli 10.1.

**Tab. 10.1.** Harmonogram prac

Rodzaj prac		Czas trwania prac (miesiące)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Prace wiertnicze, w tym		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
a.	prace przygotowawcze	X	X	X													
b.	wiercenie otworu, w tym badania hydrogeologiczne, geofizyczne i inne				X	X	X	X	X	X							
c.	demontaż i rekultywacja terenu										X						
Opracowanie dokumentacji hydrogeologicznej												X	X	X	X	X	X

Wnioskuję się o zatwierdzenie niniejszego Projektu robót geologicznych na wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego wód termalnych Barlinek GT-1 w miejscowości Barlinek na okres 5 lat, tj. 60 miesięcy.

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

### 11.1. Identyfikacja czynników oddziaływania projektowanego otworu na środowisko

W wyniku realizacji projektowanego otworu Barlinek GT-1 możliwe jest występowanie negatywnych oddziaływań na środowisko. W ramach identyfikacji potencjalnego ryzyka dla środowiska naturalnego w otoczeniu projektowanego otworu Barlinek GT-1 stwierdzono możliwość wystąpienia poniższych zagrożeń:

1. oddziaływanie na powierzchnię ziemi,
2. oddziaływanie na przyrodę i obszary chronione,
3. oddziaływanie na wody podziemne i powierzchniowe,
4. oddziaływanie na klimat akustyczny,
5. oddziaływanie na powietrze,
6. gospodarka odpadami,
7. konfliktowość lokalizacji.

#### Oddziaływanie na powierzchnię ziemi

Z terenu wiertni zostanie usunięta warstwa gleby, która zostanie zmagazynowana w formie pryzmy, bądź wału. Teren zostanie utwardzony, np. płytami betonowymi.

Wiertnia musi być wyposażona w szczelne zbiorniki płuczkowe oraz zbiorniki do magazynowania wody wypompowywanej z otworu w czasie pompowania oczyszczającego i próbnego pompowania pomiarowego. W przypadku budowy dołu urobkowego, lub zbiornika zrzutowego, jego wnętrze zostanie wyłożone szczelnym materiałem

izolacyjnym (folia) o odpowiednich parametrach, co zapobiegnie przesączeniu się zanieczyszczeń do ziemi.

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

Projektowane prace wiertnicze związane z wykonaniem otworu Barlinek GT-1, pod warunkiem przestrzegania powyższych zaleceń i stosowania zasad dobrej praktyki, nie będą negatywnie oddziaływać na powierzchnię ziemi. Po zakończeniu prowadzenia robót, teren zostanie przywrócony do stanu pierwotnego.

### **Oddziaływanie na przyrodę i obszary chronione**

Projektowany otwór położony jest w granicach otuliny Barlineckiego Parku Krajobrazowego. Najbliższa okolica działki, na której ma zostać wykonany otwór, jest silnie przekształcona przez człowieka i stanowi teren pogórnicy. W bezpośrednim sąsiedztwie projektowanego otworu badawczego nie występują inne formy ochrony przyrody. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji można wykluczyć ryzyko pogorszenia stanu siedlisk przyrodniczych oraz siedlisk roślin i zwierząt, będących przedmiotami ochrony położonych w najbliższym sąsiedztwie obszarów Natura 2000 oraz ryzyko wystąpienia zaburzeń spójności i integralności całej sieci Natura 2000. W związku z tym roboty geologiczne nie spowodują żadnych chwilowych lub trwałych zmian w funkcjonowaniu kluczowych czynników ekologicznych warunkujących trwałość siedlisk przyrodniczych. Zakres prac związanych z realizacją inwestycji nie wpłynie na pogorszenie siedlisk, a także na gatunki, dla których zostały wyznaczone obszary Natura 2000, nie zredukuje obszaru występowania kluczowych gatunków i nie zredukuje liczebności kluczowych gatunków, jak również nie naruszy równowagi pomiędzy kluczowymi gatunkami, dla których wyznaczono sieć obszarów Natura 2000. Prace objęte projektem robót geologicznych nie zmniejszą różnorodności obszarów Natura 2000, nie spowodują zaburzeń, które wpłynęłyby na wielkość populacji, zagęszczenie lub równowagę pomiędzy kluczowymi gatunkami dla których utworzono obszary Natura 2000 oraz nie spowodowały ich fragmentacji.

Jak wynika z powyższych zapisów, projektowane prace wiertnicze związane z wykonaniem otworu Barlinek GT-1 nie będą wykazywały negatywnego wpływu na przyrodę. Ze względu na lokalizację w granicach otuliny parku krajobrazowego, wykonanie projektowanego otworu zaklasyfikowane jest do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2019 poz. 1839 z późn. zm.) i wymagać będzie uzyskania decyzji środowiskowej zgodnie z zapisami ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. 2022 poz. 1029).

### **Oddziaływanie na wody podziemne i powierzchniowe**

Wykonywanie prac wiertniczych przy prawidłowym wierceniu otworu nie będzie miało wpływu na wody podziemne i powierzchniowe. W celu zabezpieczenia wód podziemnych i powierzchniowych przed zanieczyszczeniem, stosowane będą odpowiednie

urządzenia i technologie w celu ograniczenia powstawania nadmiernej ilości zanieczyszczonych wód opadowych i ścieków. Przechowywanie materiałów płuczkowych odbywać się będzie w specjalnie do tego celu przystosowanych magazynach lub odpowiednio przygotowanych miejscach eliminując możliwość wypłukania przez opady atmosferyczne.

Ścieki socjalno-bytowe magazynowane będą w szczelnych bezodpływowych zbiornikach i sukcesywnie wywożone przez podmiot, który posiada odpowiednie zezwolenie lub przekazywane do kanalizacji.

Dla potrzeb wiertni wymagana jest niewielka ilość wody, która używana będzie do celów socjalno-bytowych załogi oraz dla potrzeb technologicznych wiercenia. Woda pochodzić będzie z sieci wodociągowej lub będzie dowożona.

Teren projektowanych robót geologicznych nie znajduje się w granicach Głównych Zbiorników Wód Podziemnych. Nie przewiduje się oddziaływania projektowanego otworu na istniejące ujęcia wód podziemnych.

W Barlinku zlokalizowanych jest kilkadziesiąt obiektów hydrogeologicznych, głównie ujęć wód podziemnych z poziomu czwartorzędowego o głębokości od kilkunastu do ponad 100 metrów (ujęcia o numerach CBDH: 3470022, 3470023, 3470075) na potrzeby użytkowników indywidualnych i zakładów przemysłowych. Na terenie gminy Barlinek zlokalizowane jest 9 wodociągów zbiorowego zaopatrzenia w wodę, będących własnością Gminy Barlinek oraz producentów lokalnych. Horyzonty wodonośne występujące w utworach czwartorzędu zostaną kolumną rur okładzinowych  $\varnothing 18 \frac{5}{8}$ " zapuszczoną do głębokości ok. 150,0 m p.p.t. Rury  $\varnothing 18 \frac{5}{8}$ " zostaną zacementowane do wierzchu. Horyzonty wodonośne występujące w utworach paleogenu i neogenu oraz stropowej partii utworów kredy górnej zamknięte zostaną kolumną rur okładzinowych  $\varnothing 13 \frac{3}{8}$ " zapuszczoną do głębokości ok. 400,0 m p.p.t. (czyli po przewierceniu stropowej partii utworów kredy górnej). Rury  $\varnothing 13 \frac{3}{8}$ " zostaną zacementowane do wierzchu.

Głębiej zalegające horyzonty wodonośne w utworach kredy górnej, kredy dolnej, jury górnej i jury środkowej zamknięte zostaną kolumną rur okładzinowych  $\varnothing 9 \frac{5}{8}$ " zapuszczoną do głębokości ok. 1080 m p.p.t. (czyli po nawierceniu stropu utworów warstw radowskich jury dolnej). Rury  $\varnothing 9 \frac{5}{8}$ " zostaną zacementowane na zakładkę do gł. ok. 300 m p.p.t.

Pompowania oczyszczające i pomiarowe projektowanego otworu nie spowodują obniżenia zwierciadła wody w pobliskich ujęciach wód podziemnych. W sąsiedztwie projektowanego otworu brak jest ujęć podziemnych ujmujących poziom wodonośny jury dolnej. Najbliższe czynne ujęcie wód z poziomu jury dolnej w Pyrzycach zlokalizowane jest około 27 km od projektowanego otworu. Otwór Barlinek GT-1 położony jest około 24 km od granic obszaru górniczego wyznaczonego dla tego ujęcia. Wypompowywana lub samoczynnie wypływająca z otworu w czasie opróbowania woda, nie będzie oddziaływać na wody podziemne i powierzchniowe, ponieważ gromadzona będzie na terenie wiertni w zbiorniku wyłożonym folią, zaizolowanym przed przeciekaniem, a następnie będzie sukcesywnie utylizowana w sposób opisany w podrozdziale 8.9.3.

Mając na uwadze powyższe założenia, nie przewiduje się negatywnego oddziaływania projektowanych robót geologicznych na wody podziemne i powierzchniowe.

### **Oddziaływanie na klimat akustyczny**

Źródłem hałasu w czasie wykonywania otworu wiertniczego jest praca silników urządzenia wiertniczego, pomp płuczkowych, generatorów, a także funkcjonowanie bazy wiertniczej. Podczas prowadzenia prac wiertniczych tj. przez okres około 6 miesięcy, należy zakładać pracę urządzenia wiertniczego, a tym samym powstawanie hałasu, przez 24 godziny na dobę. Na podstawie pomiarów natężenia hałasu wokół urządzenia wiertniczego stwierdzono, że rozkład izolinii dźwięku wokół typowego otworu wiertniczego wykazuje poziom hałasu 55 dB (A) w odległości 100-120 m od źródła dźwięku, około 47 dB (A) w odległości około 150-200 m od źródła oraz około 36 dB (A) w odległości do około 300 m od źródła.

Przepisy prawne regulujące sprawy oceny oddziaływania hałasu w środowisku zewnętrznym, zostały zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (tj. Dz.U. 2014, poz. 112). Najbliższe obszary podlegające ochronie akustycznej w sąsiedztwie projektowanego otworu występują w odległości ok. 150 m na północny zachód i jest to zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna. Zgodnie z rozporządzeniem dopuszczalne równoważne poziomy dźwięku A przenikające do środowiska zewnętrznego dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową jednorodziną wynoszą 55 dB w porze dziennej i 45 dB w porze nocnej.

Ze względu na lokalizację projektowanego otworu w pobliżu zabudowań przewiduje się, że może występować negatywny wpływ planowanych prac wiertniczych na klimat akustyczny. Dlatego też w przypadku stwierdzenia zbyt wysokiego poziomu hałasu w sąsiedztwie wiertni, ustawione zostaną ekrany dźwiękochłonne wokół placu wiertni. Ekrany dźwiękochłonne będą dostarczone i zamontowane przez wykonawcę prac wiertniczych w taki sposób, aby nie występowały przekroczenia dopuszczalnego poziomu hałasu na terenach podlegających ochronie akustycznej.

Projektowane prace wiertnicze związane z wykonaniem otworu Barlinek GT-1 będą wywierać ujemny wpływ na klimat akustyczny, przy czym wpływy te będą miały charakter okresowy i ograniczony, a stosowanie ekranów akustycznych zapewni jego minimalizację.

### **Oddziaływanie na powietrze**

Oddziaływanie prac wiertniczych na powietrze atmosferyczne będzie miało charakter okresowy, ograniczony do około 6 miesięcy. W tym czasie ciągła praca urządzenia wiertniczego i pomp płuczkowych napędzanych silnikami spalinowymi będzie powodowała emisję zanieczyszczeń gazowych, wśród których dominują tlenki azotu i dwutlenek siarki, do powietrza.

Wiertnie zaliczane są do słabych emitorów zanieczyszczeń powietrza. Pomimo prognozy niewielkiego wzrostu emisji zanieczyszczeń do powietrza związanej z planowanym wierceniem otworu, skala ewentualnych zanieczyszczeń powietrza nie będzie miała istotnego wpływu na stan powietrza w rejonie jego lokalizacji, pod warunkami prowadzenia prac zgodnie z zasadami dobrej praktyki i przestrzegania przepisów prawnych. Zasięg negatywnego oddziaływania na atmosferę szacowany jest na maksymalnie do 300 m od źródła emisji.

Wzrost emisji niezorganizowanej: podwyższone stężenia dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłu zawieszonego, może mieć miejsce jedynie w najbliższym otoczeniu placu wokół otworu i nie spowoduje ponadnormatywnych stężeń zanieczyszczeń w powietrzu poza terenem przedsięwzięcia. W trakcie prowadzenia wiercenia wystąpią jedynie źródła emisji niezorganizowanej. Nie są one objęte uregulowaniami prawnymi ujętymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (tj. Dz.U. 2021, poz. 845).

Projektowane prace wiertnicze, związane z wykonaniem otworu Barlinek GT-1 będą wywierać niewielki ujemny wpływ na powietrze, który ograniczony jest do bezpośredniej okolicy wiertni i ma krótkookresowy charakter.

### **Gospodarka odpadami**

W wyniku prowadzenia robot wiertniczych i procesów technologicznych wytworzone będą odpady niebezpieczne i inne niż niebezpieczne.

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

Prowadzenie gospodarki odpadami zgodnie z przepisami prawa i zasadami dobrej praktyki nie będzie powodowało zagrożenia dla środowiska naturalnego.

### **Konfliktowość lokalizacji**

Przeanalizowano lokalizację projektowanego otworu pod względem ewentualnej konfliktowości z obszarami i terenami górnictwami oraz obszarami koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż kopalin, obiektami infrastrukturalnymi, w tym obiektami budowlanymi i infrastrukturą powierzchniową oraz podziemną.

Lokalizacja projektowanego otworu Barlinek GT-1 nie wykazuje konfliktowości z wyżej wymienionymi obszarami, a także uwzględnia istniejącą infrastrukturę naziemną i podziemną oraz wymagania dotyczące prowadzenia ruchu zakładów górniczych.

## **11.2. Ocena ryzyka wpływu wykonania projektowanego otworu na środowisko**

Na podstawie zidentyfikowanych oddziaływań projektowanego otworu na środowisko, przeprowadzono ocenę ryzyka, mającą na celu ocenę wpływu wykonania planowanego otworu geotermalnego na środowisko. Zastosowano metodę wstępnej analizy zagrożeń PHA (ang. *Preliminary Hazard Analysis*), która jest metodą matrycową, indukcyjną, pozwalającą na oszacowanie jakościowe. Metoda ta określa poziom ryzyka dzięki ustaleniu kategorii akceptacji przy zastosowaniu matrycy ryzyka. Wartości wag i ilość kategorii dobiera się ekspercko, na podstawie analizy dostępnych danych, literatury oraz doświadczenia (Uliasz-Misiak, 2015; Krogulec i in., 2018).

Poszczególne kategorie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń niepożądanych przypisano wagi częstości, natomiast kategorie konsekwencji tych zdarzeń opisano liczbową skalą wag skutków (tabela 11.1). Następnie odniesiono uzyskaną wartość do

założonej kategoryzacji akceptacji ryzyka, czyli przeprowadzono wartościowanie na ryzyko nieakceptowalne, kontrolowane, tolerowane (tabela 11.2).

**Tab. 11.1.** Kategorie prawdopodobieństwa i skutków zdarzeń niepożądanych oraz kategorie akceptacji ryzyka

Kategoria prawdopodobieństwa:	Kategoria skutków:	Kategoria akceptacji ryzyka
1 pkt. – nieprawdopodobne;	1 pkt. – małe;	1, 2 pkt. – tolerowane
2 pkt. – mało prawdopodobne;	2 pkt. – znaczące;	3,4 pkt. – kontrolowane
3 pkt. – prawdopodobne.	3 pkt. – poważne.	6, 9 pkt. – nieakceptowalne

**Tab. 11.2.** Ocena ryzyka wpływu wykonania projektowanego otworu na środowisko

Zagrożenie	Prawdopodobieństwo	Waga	Wartość punktowa ryzyka	Ocena poziomu ryzyka
Oddziaływanie na powierzchnię ziemi	1	2	2	tolerowane
Oddziaływanie na przyrodę	1	3	3	kontrolowane
Oddziaływanie na wody podziemne i powierzchniowe	1	3	3	kontrolowane
Oddziaływanie na klimat akustyczny	3	2	6	nieakceptowalne
Oddziaływanie na powietrze	3	1	3	kontrolowane
Gospodarka odpadami	1	2	2	tolerowane
Konfliktowość lokalizacji	1	3	3	kontrolowane

Na podstawie oceny poziomu ryzyka przedstawionej w tabeli 11.2 należy stwierdzić, że dla niemal wszystkich zidentyfikowanych zagrożeń ryzyko kształtuje się na tolerowanym lub akceptowalnym poziomie. Wyłącznie w przypadku zagrożenia oddziaływaniem na klimat akustyczny, ryzyko oceniono na nieakceptowalne. Z tego względu w projekcie założono konieczność wdrożenia odpowiednich procedur zapobiegawczych, to jest montaż ekranów dźwiękochłonnych wokół terenu wiertni. Otwór Barlinek GT-1 położony jest w granicach otuliny Barlineckiego Parku Krajobrazowego, jednak biorąc pod uwagę, że najbliższa okolica działki, na której ma zostać wykonany otwór, jest silnie przekształcona przez człowieka i zurbanizowana, nie przewiduje się wystąpienia znaczącego oddziaływania na przyrodę. Przed rozpoczęciem wykonywania przedsięwzięcia wymagane jest uzyskanie decyzji środowiskowej.

## 12. Rodzaj dokumentacji geologicznej mającej powstać w wyniku przeprowadzonych robót geologicznych

W wyniku robót geologicznych zostanie sporządzona dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych. Szczegółowy zakres dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych przedstawiony został w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016, poz. 2033).

W przypadku braku dopływu wody złożowej do otworu Barlinek GT-1 zostanie sporządzona inna dokumentacja geologiczna zgodnie z rozporządzeniem Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 23 grudnia 2020 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych (Dz.U. 2020, poz. 2449).

### **13. Uwagi końcowe, podsumowanie**

1. Celem projektowanych robót geologicznych jest odwiercenie otworu Barlinek GT-1 na terenie nieruchomości gruntowej o nr ewid. 560/16 obręb Barlinek 1, w miejscowości Barlinek dla poszukiwania i rozpoznawania zasobów wód termalnych w utworach jury dolnej.
2. Na podstawie analizy danych archiwalnych ocenia się, że możliwość osiągnięcia zakładanego celu geologicznego jest wysoka.
3. W ramach projektowanych robót geologicznych zakłada się odwiercenie otworu Barlinek GT-1 do głębokości 1400,0 m (+/-10%) oraz wykonanie badań hydrogeologicznych w utworach jury dolnej.
4. Niniejszy Projekt robót geologicznych zawiera szczegółowy zakres, rodzaj, harmonogram, przestrzeń projektowanych robót geologicznych oraz przedsięwzięć koniecznych ze względu na ochronę środowiska.
5. Wszelkie prace wiertnicze i badawcze będą odbywały się pod nadzorem geologicznym osób posiadających kwalifikacje geologiczne kategorii IV oraz pod dozorem geologicznym osób posiadających kwalifikacje geologiczne kategorii XIII lub IV, o których mowa w art. 50 ust. 2 ustawy Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2022 poz. 1072) oraz zgodnie z obowiązującymi przepisami.
6. Po zakończeniu prac terenowych opracowana zostanie dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych.
7. Wykonawca robót geologicznych zobowiązany jest do zgłoszenia zamiaru rozpoczęcia robót geologicznych właściwym organom, o których mowa w art. 81 ust. 1 Prawa geologicznego i górniczego.
8. Zakres, sposób i termin przekazania danych geologicznych powinien uwzględniać wymogi wynikające z art. 82 ust. 5 i 6 Prawa geologicznego i górniczego oraz § 12 i § 14 ust. 1 pkt. 6 Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz. U. 2015, poz. 903).
9. Wnioskuje się o zatwierdzenie projektu robót geologicznych na okres 60 miesięcy licząc od daty jego zatwierdzenia.



#### 14. Spis wykorzystanych publikacji i materiałów

1. Bentkowski A., Biernat H., Posyniak A., Kapuściński J.: *Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej w Stargardzie Szczecińskim wraz z określeniem warunków wtłaczania wód wykorzystanych do górotworu*. Przedsiębiorstwo Geologiczne Polgeol S.A. Warszawa, 2006.
2. Bentkowski A., Kapuściński J.: *Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej w Stargardzie Szczecińskim wraz z określeniem warunków wtłaczania wód wykorzystanych do górotworu*. Przedsiębiorstwo Geologiczne Polgeol S.A. Warszawa, 2008.
3. Bujakowska K., Biernat H., Bentkowski A., Kapuściński J.: *Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej dla potrzeb m. Pyrzyce, woj. szczecińskie*. Przedsiębiorstwo Geologiczne Polgeol S.A. Warszawa, 1995.
4. Bukowicki R., Kozak M., Krauze H.: *Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie: Stargard-Chociwel przez grupę sejsmiczną nr 3 PGGN Toruń w 1973 r.* Geofizyka Toruń, 1974.
5. Centralna Baza Danych Geologicznych, <http://baza.pgi.gov.pl>
6. Czulińska A., Wilk W.: *Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Nowogard - Resko. Temat: Wysoka Kamieńska - Białogard, wykonawca: grupa sejsmiczna nr. 5 w latach 1983-1984*. Geofizyka Toruń, 1985.
7. Dadlez R.: *Types of local tectonic structures in the Zechstein- Mesozoic complex of northwestern Poland*. Biul. Inst. Geol., 274: 149-177, 1974.
8. Dadlez R.: *Przekroje geologiczne przez bruzdę środkowopolską*, PIG, Warszawa 2001.
9. Dąbrowski A., Karaczun K.: *Mapa magnetyczna Polski 1 : 2 000 000*. Biul. Inst. Geol. 137, 1958.
10. Dobracki R.: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 ark. Barlinek (228)*. NAG PIG, 1980.
11. Gierszewska D. Kaczmarczyk K.: *Opracowanie badań sejsmicznych 2D. Temat: Niecka Szczecińska. Reinterpretacja i reprocessing*. Geofizyka Toruń, 2007.
12. Górecki W. (red.): *Atlas wód geotermalnych Niżu Polskiego*. ISEAGH, Kraków 1990.
13. Górecki W. (red.): *Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim*. AGH, Kraków 2006.
14. Janiszewska B., Wesołowski K., Filipiak P., Flieger-Szymańska M., Kotlicki A.: *Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 135 Zbiornik Barlinek*. Hydroconsult Sp. z o.o. Biur. Stud. i Bad. Hydrogeol. i Geofiz., Poznań, Państw. Inst. Geol.-Państw. Inst. Bad., Warszawa, 2015.
15. Jaśkowiak-Schoeneichowa M. (red.): *Budowa geologiczna niecki szczecińskiej i bloku Gorzowa*. Prace Instytutu Geologicznego, tom XCVI, 1979.
16. Jaśkowiak-Schoeneichowa M.: *Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego, zeszyt 43: Choszczno IG-1*. NAG PIG, Warszawa 1978.
17. Kaleta B., Szpinalska S., Wróbel K.: *Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Myślibórz-Krzyż*. Geofizyka Toruń, 1980.

18. Karta informacyjna JCWPd nr 24. Państwowa Służba Hydrogeologiczna, PIG-PIB, Warszawa, 2012.
19. Kleszcz T.: *Dokumentacja półszeregółowych badań grawimetrycznych. Temat: Niecka Szczecińska i zewnętrzna strefa Monokliny Przedsudeckiej*, Przeds. Posz. Geofiz., Warszawa 1973.
20. Kondracki J.: *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwa Naukowe PWN Warszawa 2001.
21. Krogulec E., Sawicka K., Zabłocki S., Falkowska E.: *Ocena ryzyka środowiskowego w zakresie zanieczyszczenia wód podziemnych i gruntów w rejonie robót górniczych*. Górnictwo Odkrywkowe nr 2/2018.
22. Lorenc H (red.): *Atlas klimatu Polski*. Inst. Meteorol. i Gosp. Wod., Warszawa, 2005.
23. Matkowska Z.: *Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 ark. Barlinek (228)*. NAG PIG, 1997.
24. Midura A., Mikosz M.: *Dokumentacja badań sejsmicznych, refleksyjnych utworów mezozoicznych na Niżu Polski, rejon Marianowo. Lata badań 1989-1990*. Przeds. Bad. Geofiz. Sp. z o.o., Warszawa, 1991.
25. Paczyński B. (red.): *Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500000 cz. 2. Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych*. PIG. Warszawa, 1995
26. Paczyński B., Sadurski A. (red.): *Hydrogeologia regionalna Polski tom I Wody słodkie*. PIG-PIB Warszawa, 2007.
27. Pazdro Z.: *Hydrogeologia ogólna*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1977
28. Portier S.: *Review of chemical stimulation techniques and results of acid injection*, EHDRA 2006.
29. Pożaryski W.: *Podział obszaru Polski na jednostki tektoniczne*. [W:] W. Pożaryski (red.), *Budowa geologiczna Polski, t. IV, Tektonika, cz. 1, Niż Polski*, 24-34, 1974.
30. Radoń Z., Szpinalska S., Nowacka M.: *Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Pyrzyce-Choszczno, Choszczno-Człopa*. Przeds. Bad. Geofiz. Warszawa 1972.
31. Stupnicka E.: *Geologia regionalna Polski*. Wyd. UW 1997.
32. Uliasz-Misiak B.: *Ryzyko środowiskowe związane z eksploatacją złóż węglowodorów zawierających siarkowodór*. AGH, 2015.
33. Wolnowski T., Czernecki R.: *Dokumentacja wynikowa otworu Myślibórz GN-1*. NAG PIG, Warszawa, 1971.
34. Woś A.: *Klimat Niziny Wielkopolskiej*. Wyd. UAM Poznań. 1994.
35. Wróbel J.: *Dokumentacja wynikowa otworu: Żabicko GEO-1*. PGNiG S.A., Warszawa, 1960.
36. Żelaźniewicz A., Aleksandrowski P., Buła Z., Karnkowski P.H., Konon A., Oszczypko N., Ślaczka A., Żaba J., Żytko K.: *Regionalizacja Tektoniczna Polski*. Komitet Nauk Geologicznych PAN. Wrocław, 2011.