

Zleceniodawca:



Gmina Wiśniowa

38-124 Wiśniowa, Wiśniowa 150
tel.: (17) 2775 063, fax: (17) 2775 901
mail: gmina@wisniowa.pl, www.wisniowa.pl

Wykonawca:



HPC POLGEOL S.A.

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

***PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH
DLA ROZPOZNANIA I UDOKUMENTOWANIA ZASOBÓW
WÓD TERMALNYCH NA TERENIE GMINY WIŚNIOWA***

Miejscowość: Wiśniowa
Gmina: Wiśniowa
Powiat: strzyżowski
Województwo: podkarpackie

Opracował zespół w składzie:

Prezes Zarządu:

mgr Jarosław Wagner

mgr Jacek Kapuściński
(upr. nr IV-0308)

mgr Marcin Mazur

mgr inż. Przemysław Bielecki

dr inż. Bogdan Noga

Warszawa, czerwiec 2021

SPIS TREŚCI

<i>SPIS ZAŁĄCZNIKÓW</i>	5
<i>WPROWADZENIE</i>	6
<i>Rozdział 1. LOKALIZACJA I CHARAKTERYSTYKA REJONU ZAMIERZONYCH</i> <i>ROBÓT</i>	8
1.1. Lokalizacja zamierzonych robót	8
1.2. Opis zagospodarowania terenu	8
1.3. Identyfikacja obszarów i obiektów chronionych	9
1.4. Identyfikacja pomników przyrody	10
1.5. Identyfikacja zabytków	10
1.6. Identyfikacja warunków klimatycznych	10
<i>Rozdział 2. OMÓWIENIE WYNIKÓW PRZEPROWADZONYCH WCZEŚNIEJ</i> <i>ROBÓT GEOLOGICZNYCH</i>	12
2.1. Omówienie przeprowadzonych robót wiertniczych	12
2.2. Omówienie przeprowadzonych badań geofizycznych	14
2.3. Omówienie przeprowadzonych badań hydrogeologicznych	14
2.4. Omówienie prac przeprowadzonych w otworze Wiśniowa-1	14
<i>Rozdział 3. OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ I WARUNKÓW</i> <i>HYDROGEOLOGICZNYCH W REJONIE ZAMIERZONYCH ROBÓT</i> <i>GEOLOGICZNYCH</i>	16
3.1. Morfologia i ukształtowanie terenu	16
3.2. Tektonika	16
3.3. Stratygrafia	19
3.4. Warunki hydrogeologiczne rejonu planowanych prac	21
3.4.1. Regionalizacja hydrogeologiczna	21
3.4.2. Potencjalne piętra wodonośne.	21
3.4.3. Zbiornik wód geotermalnych kredy dolnej	22
3.4.4. Zbiornik wód geotermalnych jury górnej	23
3.5. Przewidywany profil stratygraficzno-litologiczny otworu Wiśniowa GT-1	24
<i>Rozdział 4. ZAKRES PROJEKTOWANYCH ROBÓT</i>	26
4.1. Uzasadnienie lokalizacji i rodzaju zamierzonych robót	26
4.2. Przewidywana konstrukcja otworu wiertniczego	26
4.3. Przewidywane zarurowanie otworu	27
4.3.1 Rodzaj zamierzonych robót	27
4.3.2 Ujęcie horyzontu wodonośnego w interwale 4500 – 4680	29
4.3.3 Ujęcie horyzontu wodonośnego w interwale 4106 – 4226	31
4.3.4 Ujęcie horyzontu wodonośnego w interwale 3690 - 3870	32
4.4. Wymagania dotyczące zastosowanej płuczki wiertniczej	34
4.5. Informacje dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych	35

4.6. Zakres obserwacji i badań terenowych	36
4.7. Zakresu projektowanych badań geofizycznych	37
4.8. Zakres badań laboratoryjnych	39
4.9. Przewidywana wydajność dopływu wód do otworu	41
4.10. Opis opróbowania otworu	42
4.10.1. <i>Pomiary Production Log</i>	42
4.10.2. <i>Pompowania oczyszczająco-pomiarowe</i>	42
4.10.3. <i>Pompowanie oczyszczające przed zafiltrowaniem otworu</i>	43
4.10.4. <i>Pompowanie oczyszczające po zafiltrowaniu otworu</i>	43
4.10.5. <i>Pompowanie pomiarowe</i>	44
4.11. Przewidywana jakość odpompowywanej wody	45
4.12. Sposób odprowadzania odpompowywanej wody	45
4.13. Zakres badań geodezyjnych	46
4.14. Sposób i termin likwidacji otworu wiertniczego	46
<i>Rozdział 5. OKREŚLENIE PRÓBEK GEOLOGICZNYCH, HARMONOGRAMU</i> <i>ZAMIERZONYCH ROBÓT ICH WPŁYWU NA ŚRODOWISKO ORAZ</i> <i>RODZAJU DOKUMENTACJI</i>	47
5.1. Określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu organowi administracji geologicznej	47
5.2. Określenie harmonogramu zamierzonych robót geologicznych, w tym terminów ich rozpoczęcia i zakończenia	48
5.3. Wpływ zamierzonych robót geologicznych na obszary chronione, w tym obszary Natura 2000	48
5.4. Przedsięwzięcia konieczne ze względu na ochronę środowiska	49
5.5. Określenie rodzaju dokumentacji geologicznej mającej powstać w wyniku robót geologicznych	52
<i>WNIOSKI I ZALECENIA</i>	54
<i>SPIS LITERATURY</i>	55

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- Załącznik 1. Mapa topograficzna z lokalizacją terenu projektowanych robót geologicznych w skali 1:50 000
- Załącznik 2. Mapa topograficzna z lokalizacją terenu projektowanych robót geologicznych w skali 1:5 000
- Załącznik 3. Mapa sytuacyjno-wysokościowa z lokalizacją otworu Wiśniowa GT-1 w skali 1:1000
- Załącznik 4. Mapa obszarów chronionych w rejonie projektowanych robót geologicznych w skali 1:100 000
- Załącznik 5. Mapa topograficzna z lokalizacją otworów archiwalnych oraz linią przekroju geologicznego w skali 1:100 000
- Załącznik 6. Mapa geośrodowiskowa Polski arkusz Frysztak z naniesionym otworem Wiśniowa GT-1 w skali 1:25 000 wraz z objaśnieniami
- Załącznik 7. Szczegółowa mapa geologiczna Polski arkusz Frysztak z naniesionym otworem Wiśniowa GT-1 w skali 1:25 000 wraz z objaśnieniami
- Załącznik 8. Mapa hydrogeologiczna Polski arkusz Frysztak z naniesionym otworem Wiśniowa GT-1 w skali 1:25 000 wraz z objaśnieniami
- Załącznik 9. Przekrój geologiczny przez rejon Wiśniowej
- Załącznik 10. Projekt geologiczno-techniczny otworu Wiśniowa GT-1
- Załącznik 11. Projekt geologiczno-techniczny otworu Wiśniowa GT-1 – ujęcie horyzontu jury górnej
- Załącznik 12. Projekt geologiczno-techniczny otworu Wiśniowa GT-1 – ujęcie dolnej części horyzontu kredy dolnej – warstwy spaskie – wariant I
- Załącznik 13. Projekt geologiczno-techniczny otworu Wiśniowa GT-1 ujęcie górnej części horyzontu kredy dolnej – warstwy spaskie – wariant II

WPROWADZENIE

Projekt robót geologicznych dla rozpoznania i udokumentowania zasobów wód termalnych na terenie gminy Wiśniowa opracowano na zlecenie Gminy Wiśniowa. Wykonawcą projektu jest HPC POLGEOL S.A. z siedzibą w Warszawie.

Projektowany otwór Wiśniowa GT-1 zlokalizowany jest w miejscowości Wiśniowa, gm. Wiśniowa, pow. strzyżowski, woj. podkarpackie na działce o nr ewidencyjnym 866/10.

Celem projektowanego otworu Wiśniowa GT-1 jest rozpoznanie występowania i wykształcenia utworów wodonośnych, określenie parametrów hydrogeologicznych, perspektywicznych horyzontów wodonośnych oraz mineralizacji, wydajności i temperatury wód w utworach jury górnej oraz kredy dolnej (warstwy spaskie).

Projekt przewiduje odwiercenie pionowego otworu Wiśniowa GT-1 do głębokości 4705 m p.p.t. (+/-10%).

W wyniku realizacji robót geologicznych objętych projektem, przewiduje się ustalenie zasobów eksploatacyjnych możliwych do ujęcia z utworów wodonośnych. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań Inwestor podejmie decyzję o przyszłej eksploatacji otworu Wiśniowa GT-1. Projektowany otwór będzie pełnił rolę otworu wydobywczego wód termalnych.

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

- ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2020, poz. 1064),
- 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. 2020, poz. 283),
- ustawy o ochronie przyrody z dn.16 kwietnia 2004 r. (Dz. U. 2020, poz. 55 z późn. zm.),

- 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 Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz.U. 2017, poz. 2075),
- rozporządzenia Ministra 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 Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz.U. 2015, poz. 903).

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 Podkarpackiego.

Rozdział 1.

**LOKALIZACJA I CHARAKTERYSTYKA
REJONU ZAMIERZONYCH ROBÓT**

1.1. Lokalizacja zamierzonych robót

Administracyjnie projektowany otwór geotermalny Wiśniowa GT-1 zlokalizowany jest w Gminie Wiśniowa (Załącznik 1).

Zgodnie z trójstopniowym podziałem terytorium państwa projektowany otwór Wiśniowa GT-1 znajduje się w¹:

- województwo – podkarpackie,
- powiat – strzyżowski,
- gmina – Wiśniowa.

1.2. Opis zagospodarowania terenu

Roboty geologiczne polegające na wykonaniu otworu Wiśniowa GT-1 będą realizowane w gminie Wiśniowa na działce nr ewidencyjny 866/10.

Około 300 metrów na południe od planowanego otworu znajduje się droga wojewódzka nr 988.

Na zachód od terenu planowanych prac w odległości 500 m znajduje się szkoła podstawowa.

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

Mapa Geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000 arkusz Wiśniowa wraz z naniesionym otworem Wiśniowa GT-1 przedstawiająca zagospodarowanie terenu stanowi załącznik 6.

¹ Ustawa z dnia 24 lipca 1998 r. o wprowadzeniu zasadniczego trójstopniowego podziału terytorialnego państwa (Dz. U. 1998 r. nr 96 poz. 603. z późn. zm.).

1.3. Identyfikacja obszarów i obiektów chronionych

Parki narodowe

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

Parki krajobrazowe

Planowany otwór Wiśniowa GT-1 znajduje się na obszarze otuliny Czarnorzecko-Strzyżowskiego Parku Krajobrazowego. Jest to park krajobrazowy utworzony w części Pogórza Strzyżowskiego i sąsiadującego z nim Pogórza Dynowskiego.

Zachowały się tu naturalne lasy bukowo-jodłowe, w których rosną także m.in. sosny, modrzewie, graby, dęby i brzozy. W parku stwierdzono występowanie 140 gatunków zwierząt chronionych. Atrakcją Czarnorzecko-Strzyżowskiego Parku Krajobrazowego są występujące na szczytach wzniesień uformowane skałki.

Rezerwaty

Na terenie realizacji planowanych robót geologicznych nie ma żadnych rezerwatów. Najbliższy Rezerwat Przyrody znajduje się w następującej odległości od otworu Wiśniowa GT-1:

- Rezerwat Herby – oddalony o 2,6 km na południowy-zachód.

Obszary chronionego krajobrazu

Na terenie realizacji planowanych robót geologicznych nie ma żadnych obszarów chronionego krajobrazu. Najbliższy znajduje się w następującej odległości od otworu Wiśniowa GT-1:

- Strzyżowski-Sędziszowski Obszar Chronionego Krajobrazu – oddalony o 6 km na północny-wschód,
- Czarnorzecki Obszar Chronionego Krajobrazu – oddalony o 5,6 km na południowy-zachód.

Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe

Na terenie planowanych robót geologicznych nie ma zespołów przyrodniczo-krajobrazowych. Najbliższy zespół przyrodniczo – krajobrazowy znajduje się ponad 30 km od planowanego otworu Wiśniowa GT-1.

Obszary Natura 2000

Najbliższy ustanowiony obszar Natura 2000 to specjalny obszar ochrony siedlisk (SOO):

- Wisłok Środkowy z dopływami *PLH180030* (780 m na południe od terenu planowanych robót geologicznych)

Użytki ekologiczne

Na terenie planowanych robót geologicznych nie ma użytków ekologicznych. Najbliższe znajdują się ponad 30 km od planowanego otworu Wiśniowa GT-1.

Mapa obszarów chronionych w rejonie projektowanych robót geologicznych stanowi załącznik 4.

1.4. Identyfikacja pomników przyrody

W rejonie projektowanych robót znajdują się jedynie pomniki przyrody, reprezentowane przez pojedyncze drzewa oraz skupiska drzew o szczególnej wartości przyrodniczej i krajobrazowej. Najbliżej od lokalizacji otworu Wiśniowa GT-1 (w odległości około 1700 m na wschód) zlokalizowano pomniki przyrody w Wiśniowej.

1.5. Identyfikacja zabytków

Najbliższymi zabytkami znajdującymi się w obrębie Wiśniowej są² (1,7 km na wschód o terenu planowanych robót geologicznych):

- obiekt sakralny,
- dwór,
- budynek mieszkalny i gospodarczy.

W bezpośredniej bliskości miejsca planowanych prac nie znajdują się zabytki.

1.6. Identyfikacja warunków klimatycznych

Warunki klimatyczne są typowe dla terenów Pogórza Województwa podkarpackiego. Klimat ma charakter przejściowy z wpływami klimatu oceanicznego zimą oraz kontynentalnego latem. Średnia opadów wynosi ok. 700-750 mm z najmniejszą ilością opadów przypadającą na październik i listopad, a największą w lipcu. Przeważają wiatry południowo- zachodnie.

² Portal mapowy Narodowego Instytutu Dziedzictwa

Okres wegetacyjny trwa ok. 210-220 dni. Średnia roczna temperatura powietrza to 8,0 °C z najzimniejszym miesiącem styczniem (-2,6°C) i najcieplejszym lipcem (+17,9°C).

Rozdział 2.

OMÓWIENIE WYNIKÓW PRZEPROWADZONYCH WCZEŚNIEJ ROBÓT GEOLOGICZNYCH

2.1. Omówienie przeprowadzonych robót wiertniczych

Na obszarze w promieniu około 20 km od Gminy Wiśniowa wykonano 11 głębokich wierceń, których zestawienie przedstawiono w tabeli 2-1, natomiast ich lokalizację pokazano na załączniku 5. W tabeli 2-2 przedstawiono stratygrafię utworów w otworach archiwalnych.

Tabela 2-1 Zestawienie głębokich otworów w rejonie Gminy Wiśniowa.

Nazwa otworu	Nr archiwalny	Miejscowość	Gmina	Rok wykonania	Rzędna terenu [m n.p.m.]	Głębokość otworu [m]	Stratygrafia otworów w spągu
Zagorzyce 6	134069	Szkodna	Sędziszów Małopolski	1995	390	4640	sylur
Nawsie 1	133720	Nawsie	Wielopole Skrzyńskie	1994	346.5	4860	sylur
Szufnarowa 2	129059	Szufnarowa	Wiśniowa	1983	423	1200	kreda górna
Szufnarowa 1	119554	Szufnarowa	Wiśniowa	1974	411	4697	dogger
Wiśniowa 1	133084	Wiśniowa	Wiśniowa	1991	245.5	3793	kreda
Frysztak 3	131644	Kobyle	Frysztak	1986	238.5	3336	miocen dolny
Frysztak 2	130818	Twierdza	Frysztak	1982	239	3509	kreda
Frysztak 1	127027	Twierdza	Frysztak	1979	254	4409	kreda
Czudec 1	131646	Czudec	Czudec	1987	319	4793	dewon
Babica 2	135872	Przedmieście Czudeckie	Czudec	2009	368	4735	prekambr
Żyznów 6	130746	Godowa	Strzyżów	1965	235.6	1400	miocen dolny

Tabela 2-2 Zestawienie stratygrafii głębokich otworów w rejonie Gminy Wiśniowa

(Źródło: Centralna Baza Danych Geologicznych, Górecki i in., 2015)

Nazwa otworu	Rzędna terenu [m n.p.m.]	Głębokość otworu [m]	Czwartorzęd	Paleogen+Neogen	Kreda górna	Kreda dolna	Jura górna	Jura środkowa	Karbon	Dewon
Zagorzyce 6	390	4640	Brak danych na portalu CBDG							
Nawsie 1	346.5	4860	Brak danych na portalu CBDG							
Szufnarowa 2	423	1200	0,0 – 10,0	10,0 – 947,0	947,0 – 1200,0	-	-	-	-	-
Szufnarowa 1	411	4697	-	0,0 – 335,0 Miocen - 3880,0 – 4247,0	335,0 – 3 337,0	3337,0 – 3435,0	4247,0 – 4540,0	4540,0 – 4697,0	-	-
Wiśniowa 1	245.5	3793	-	0,0 – 2020,0	2020,0 - 3696,0	3696,0 – 3793,0	-	-	-	-
Fryszak 3	238.5	3336	0,0 – 5,0	5,0 – 1024,0	1024,0 – 3336,0		-	-	-	-
Fryszak 2	239	3509	-	0,0 – 536,0 Eocen – 536,0 – 1110,0 Paleogen+Neogen - 1110,0 – 2315,0 Oligocen – 2315,0 – 2547,0 Paleogen+Neogen – 2547,0 – 3385,0	3385,0 – 3509,0	-	-	-	-	-
Fryszak 1	254	4409	-	0,0 – 1222,0 Dan – 1222,0 – 2745,0 Paleogen+Neogen – 2745,0 – 4038,0 Eocen – 4038,0 – 4165,	4165,0 – 4409,0	-	-	-	-	-
Czudec 1	319	4793	-	0,0 – 4025,0 (Miocen+Baden)	-	-	-	-	4025,0 – 4730,0	4730,0 – 4793,0
Babica 2	368	4735	Brak danych na portalu CBDG							
Żyznów 6	235.6	1400	-	0,0 – 1400,0 - Miocen	-	-	-	-	-	-

2.2. Omówienie przeprowadzonych badań geofizycznych

Strefa Wiśniowej jest stosunkowo dobrze rozpoznana profilami sejsmicznymi, ukierunkowanymi głównie na rozpoznawanie gazonośnych osadów miocenu autochtonicznego oraz ropogazonośnych utworów mezopaleozoiku.

Do rozpoznania budowy i struktur nasunięcia karpackiego i jego podłoża można posłużyć się również regionalnymi profilami magnetotellurycznymi³.

2.3. Omówienie przeprowadzonych badań hydrogeologicznych

Materiałami archiwalnymi zawierającymi badania hydrogeologiczne są m.in.: Atlas geotermalny zapadliska przedkarpackiego⁴, Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat wschodnich⁵.

2.4. Omówienie prac przeprowadzonych w otworze Wiśniowa-1

Otwór poszukiwawczy Wiśniowa-1 został wykonany w latach 1990-1991. Projektowana głębokość otworu wynosiła 5500 m p.p.t. Na gł. 4320 m p.p.t. spodziewano się nawiercić utwory miocenu autochtonicznego, a na gł. 5500 m utwory jury. Celem otworu były poszukiwania węglowodorów. W rdzeniach i próbach okruchowych nie stwierdzono objawów węglowodorów. W czasie wiercenia na głębokości 3698 m p.p.t. wystąpił samowypływ solanki w ilości 5,2 do 8,0 m³/h, zaś na głębokości 3793 m p.p.t. nastąpił nagły samowypływ solanki o wydajności 180 m³/h i temperaturze 85°C (Górecki i in., 2015).

Komplikacje wiertnicze rozpoczęły się w styczniu 1990 roku, kiedy to podczas płukania odnotowano wzrost ciśnienia do 200 atm., przy jednoczesnym spadku ciśnienia na manifoldzie do 0 atm. Próba uzyskania cyrkulacji w otworze zakończyła się niepowodzeniem, a przewód wiertniczy stracił ruch. Od listopada 1990 r. do lipca 1991 r. poza obserwacją i okresowym przepłukiwaniem, w otworze nie prowadzono żadnych istotnych prac. W sierpniu 1991 roku wystąpiły znaczące problemy z wierceniem takie jak wzrost ciśnienia do 300 atm. oraz wypływ solanki poprzez przeciek na więźbie rur okładzinowych 13 3/8" powodujący przerwanie wału dołu urobkowego, które skutkowało przyjazdem grupy ratowniczej. Po opanowaniu samowypływu solanki, nastąpiło przechwycenie przewodu podczas przerabiania otworu pod butem rur. W celu uwolnienia

³ Stefaniuk M., Klityński W., Jarzyna J., Golonka J., *Struktura nasunięcia karpackiego i jego podłoża w polskich Karpatach Zachodnich w świetle reinterpretacji wybranych regionalnych profili magnetotellurycznych*, Kraków 2007

⁴ Górecki W. (red.), i in., 2012 - *Atlas geotermalny zapadliska przedkarpackiego*, Wydawnictwa AGH, KSE

⁵ Górecki W. (red.), i in., 2013 - *Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat wschodnich*, Wydawnictwa AGH, KSE, Kraków

przewodu wiertniczego wykonano trzykrotnie wannę olejową – bez rezultatu, a następnie podjęto decyzję o zapuszczeniu i zacementowaniu klina odchylającego i zacięto odwiert w głębokości 3680 m. Zacięty odwiert dowiercono do głębokości 3724 m, w której to ponownie nastąpiło przechwycenie przewodu wiertniczego. Trudności techniczne podczas wiercenia w interwale występowania solanki powtarzały się zarówno przy wierceniu otworu podstawowego jak i odchylonego (Górecki i in., 2015).

Na początku 1992 roku otwór został zlikwidowany jako negatywny poprzez wykonanie korków cementowych na głębokościach 3650-3590 m, 3129-3026 m, 2051-2046 m oraz 52-0 m. Likwidacja otworu została przeprowadzona w taki sposób, aby umożliwić w przyszłości jego rekonstrukcję w celu zagospodarowania wody geotermalnej. Rejon Wiśniowej zlokalizowany jest w obszarze zewnętrznych Karpat fliszowych, charakteryzujących się skomplikowaną budową geologiczną, stąd też próba oszacowania parametrów hydrogeotermalnych jest zadaniem skomplikowanym. Szczególnie trudna jest ocena stabilności tych parametrów w okresie przewidywanej eksploatacji geotermalnej (Górecki i in., 2015).

Rozdział 3.

OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

I WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH

W REJONIE ZAMIERZONYCH ROBÓT GEOLOGICZNYCH

3.1. Morfologia i ukształtowanie terenu

Według regionalizacji fizyczno-geograficznej⁶ analizowany teren położony w obrębie mezoregionu Pogórze Strzyżowskie, należącego do makroregionu Pogórze Środkowobeskidzkie, na obszarze Zewnętrznych Karpat Zachodnich.

Pogórze Strzyżowskie zajmuje obszar rozpościerający się od doliny Wisłoki na zachodzie po krętą dolinę Wisłoka na wschodzie. Północną granicą jest nasunięcie fliszu karpackiego na mioceńskie utwory Kotliny Sandomierskiej, do rozciągającej się od doliny Wisłoki po Dolinę Dolnego Sanu Pradolinę Podkarpacką. Na południu graniczy z Kotliną Jasielsko-Krośnieńską, gdzie osie fałdów płaszczowiny śląskiej, budującej południową część Pogórza zapadają pod oligoceńskie warstwy krośnieńskie centralnej depresji karpackiej.

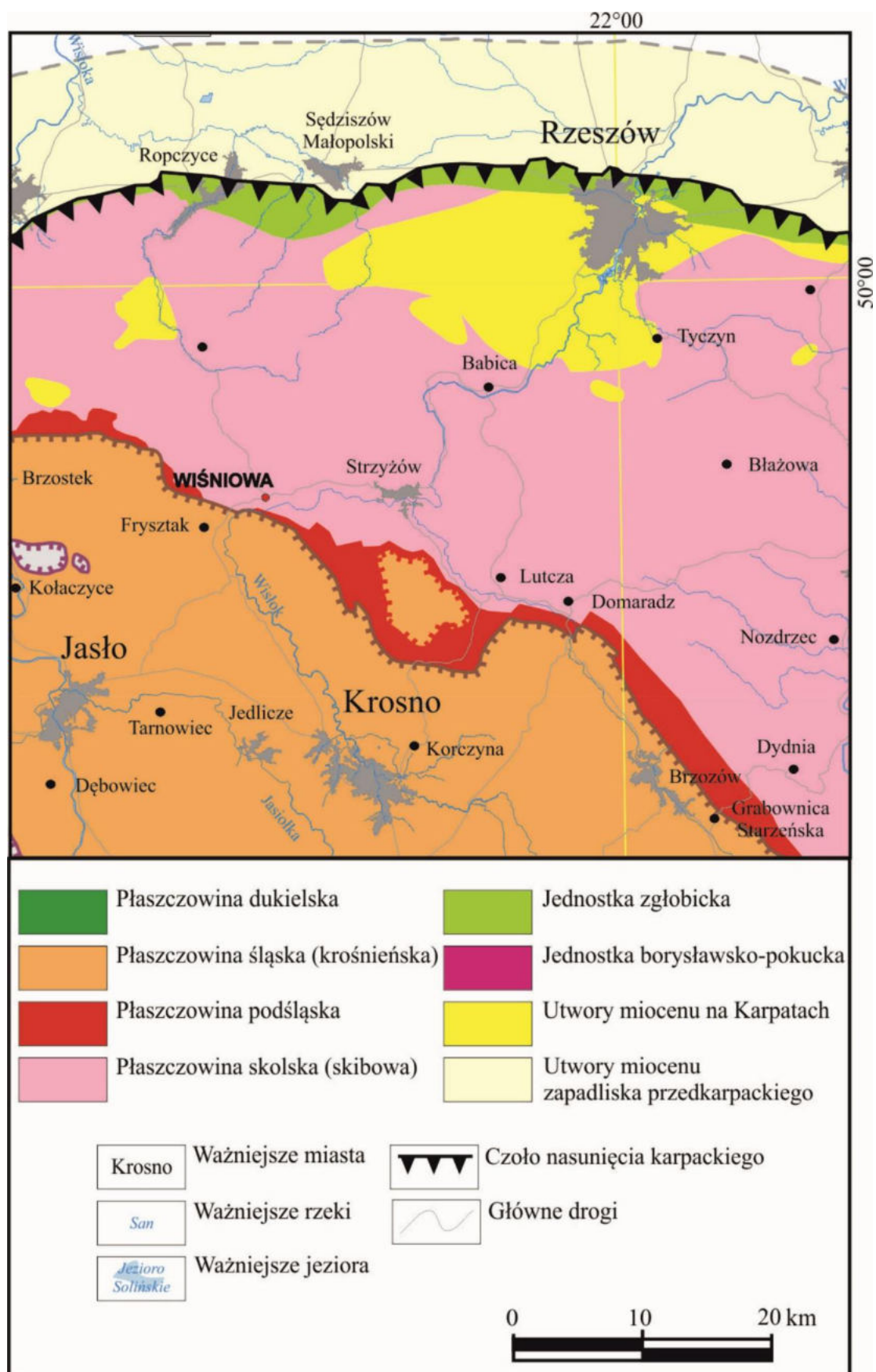
3.2. Tektonika

Omawiany obszar, czyli struktura Wiśniowej zlokalizowana jest w obrębie depresji strzyżowskiej zewnętrznych Karpat fliszowych.

Karpaty zewnętrzne są zbudowane z silnie sfałdowanych osadów fliszowych, wieku od jury górnej do neogenu. Tworzą one szereg płaszczowin, które są wzajemne na siebie ponasuwane i łącznie nasunięte na przedpole, czyli platformę północnoeuropejską – ryc. 3-1.

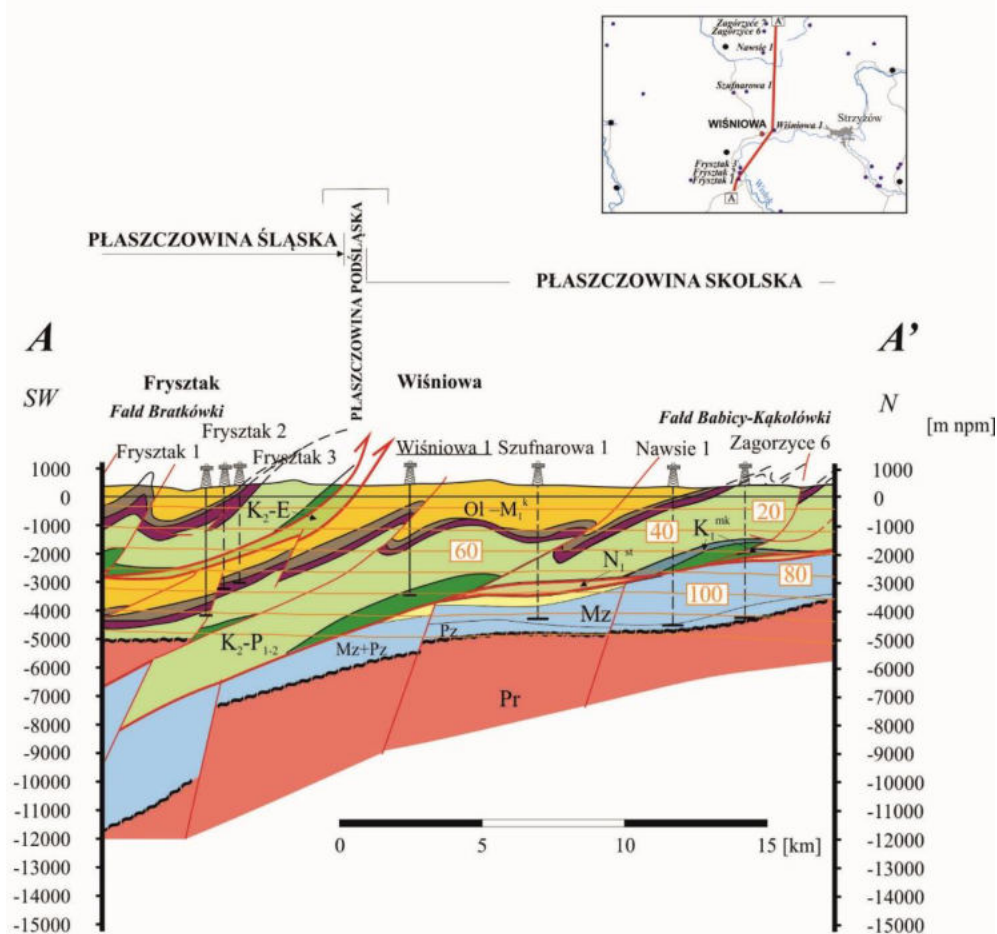
Rejon Wiśniowej leży w południowym obrzeżeniu płaszczowiny skolskiej (ryc. 3-1), w obrębie depresji strzyżowskiej, którą wypełniają zalegające płasko osady eocenu-oligocenu wtórnie sfałdowane – ryc. 3-2.

⁶ Kondracki J.: *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwa Naukowe PWN Warszawa 2011.

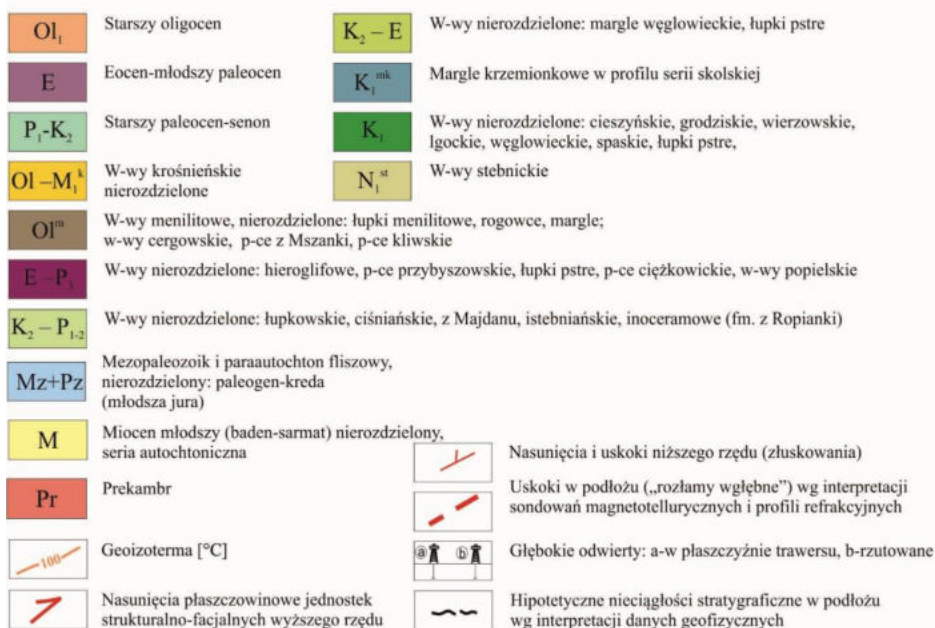


Ryc. 3-1 Położenie rejonu badań na tle szkicu geologiczno-strukturalnego wschodniej części Karpat polskich (Górecki i in., 2015 wg Żyto i in. 1989; Jankowski i in. 2004, zmodyfikowany)

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY PRZEZ REJON WIŚNIOWEJ



Interpretacja budowy geologicznej: J. Kuśmerek, U. Baran
Rozkład pola termicznego: M. Hajto, A. Sowizdał



Ryc. 3-2 Przekrój geologiczny przez rejon Wiśniowej
(Górecki i in., 2015 wg Kuśmerek, Baran, 2013 – zmodyfikowany).

Na północ od depresji strzyżowskiej w brzeżnej części płaszczowiny skolskiej rozciąga się strefa tzw. fałdów ropczyckich, które buduje miąższy kompleks warstw inoceramowych, poniżej którego występują margle krzemionkowe i utwory starszej kredy.

Na południe od omawianej strefy płaszczowinę skolską przykrywają płaszczowiny podśląska i śląska. W podłożu płaszczowiny skolskiej występują fragmenty zmiennej miąższości utworów jednostki zgłobickiej, a poniżej również fragmentarycznie rozpoznany jest miocen autochtoniczny. Kompleks mezozoiku stanowią głównie utwory jurajskie, podścielone utworami paleozoiku, a w południowej, głębokiej strefie występują prawdopodobnie utwory mezopaleozoiku i paraautochtonu fliszowego (ryc. 3-2) (Machowski i in., 2013).

Na podstawie przekroju (ryc. 3-2) wyróżniono złuskowane, drugorzędne sfałdowania depresji strzyżowskiej. Na północ od otworu Nawisie 1 zaznacza się fałd Babicy-Kąkołówki z marglami krzemionkowymi oraz kredą dolną w spągu, który nasunięty jest na zachodnie przedłużenie synkliny Olimpowa.

3.3. Stratygrafia

KREDA

Płaszczowina skolska jest zbudowana z utworów fliszowych kredowo-paleogeńskich. Najstarszym ogniwem serii skolskiej są mułowce z Bełwina (hoteryw) o miąższości zaledwie kilkunastu metrów (Gucik, 1963). Przykryte są one przez formację łupków spaskich (barrem – cenoman) o miąższości do 200 m, na którą składają się czarne niewapniste, często zwięzłe, niekiedy krzemionkowe łupki (Żytko et al., 1973). W stropie formacji w centralnej części płaszczowiny skolskiej występują piaskowce gruboławicowe o znacznej miąższości (Borys et al., 1989). Formacja spaska przykryta jest przez pakiety zielonych łupków marglistych z radiolarytami (Kotlarczyk, 1988a,b), w stropie których występują twarde margle krzemionkowe.

PALEOGEN

W płaszczowinie skolskiej osady senońsko-paleoceńskie są reprezentowane przez kompleksy piaskowcowo-ilaste o miąższości 400-2600 m (Kuśmierek et al., 1991-94). Zbudowane są z warstw inoceramowych, lokalnie przeławiczone wkładkami czerwonych łupków, marli i wapieni detrytycznych, a przykryte są w stropie ilami babickimi (młodszy paleocen). Nad turońskimi marglami krzemionkowymi zalega formacja z Rybotycz (Gucik, Morgiel, 1985; Malata, 1996), warstwy z Węgierki (bakulitowe margle, Zuber, 1909) i formacja ropianiecka z wkładkami łupków pstrych. Dolna i górna część warstw

inoceramowych wykształcona jest jako naprzemianległe szarozielone łupki ilaste lub margliste oraz cienko- i średnioławicowe piaskowce wapniste, szaroniebieskie, a środkową część profilu, w wewnętrznej i północno-zachodniej części płaszczowiny skolskiej, budują pakiety gruboławicowych, często glaukonitowych, piaskowców gruboziarnistych (Żytko et al., 1973).

Eocen płaszczowiny skolskiej tworzą pstre łupki ilaste czerwone i zielone z podrzędnie występującymi cienkimi ławicami piaskowców krzemionkowych. Powyżej występujące warstwy hieroglifowe rozwinięte są w centralnej strefie płaszczowiny skolskiej w postaci kompleksu łupkowo- piaszczystego o zróżnicowanej litologii i miąższości (Rajchel, 1990; Malata, 1994). W strefie brzeżnej (na południe od Przemyśla) w stropie osadów eocenu występują warstwy popielskie złożone z ciemnobrunatnych, piaszczystych mułowców z egzotykami (Gucik, Wójcik, 1982). Łączna miąższość osadów eoceńskich płaszczowiny skolskiej wzrasta od około 100 m w strefach peryferyjnych do ponad 300 m w partii centralnej (Kuśmierek et al., 1991-94).

Oligocen oraz wczesny miocen w płaszczowinie skolskiej rozpoczynają podrogowcowe łupki i margle brunatne (Koszarski, Żytko, 1961), a w strefie brzeżnej zlepieńcami z Siedlisk (Kropaczek, 1917) z poziomami rogowców w stropie. Nad nimi zalega kompleks nadrogowcowych łupków menilitowych, które w wewnętrznej strefie przeławicają grubo- i średnioławicowe piaskowce kliwskie (Paul, Tietze, 1877), które tworzą kilka (lub kilkanaście) pakietów (Żytko et al., 1973) o sumarycznej miąższości przekraczającej 200 m w osiowej strefie wewnętrznego synklinorium płaszczowiny skolskiej (Szczygieł, Kuśmierek, 2008). Zrekonstruowana miąższość stratygraficzna osadów oligocenu w obszarze płaszczowiny skolskiej jest silnie zróżnicowana, w obrębie wewnętrznego synklinorium zmienia się w przedziale od 1000 do 3200 m, a w antyklinorium nie przekracza 1200 m (Kuśmierek et al., 1991-94).

Profil stratygraficzny płaszczowiny skolskiej charakteryzuje łupkowy rozwój niższych ogniw kredy, obecność margli krzemionkowych i warstw inoceramowych, łupkowy rozwój eocenu (łupki pstre), obecność wkładek piaskowców kliwskich w warstwach menilitowych i niezbyt duża miąższość warstw krośnieńskich, pozbawionych na ogół dużych wkładek piaskowcowych (Książkiewicz, 1972).

Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Wiśniowa wraz z naniesionym otworem Wiśniowa GT-1 przedstawiająca przypowierzchniową budowę geologiczną stanowi załącznik 7.

Przekrój geologiczny między głębokimi otworami archiwalnymi przedstawia załącznik 9.

3.4. Warunki hydrogeologiczne rejonu planowanych prac

3.4.1. Regionalizacja hydrogeologiczna

Według Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 28 grudnia 2017 r. w sprawie sposobu ustalenia i ewidencjonowania przebiegu granic obszarów dorzeczy, regionów wodnych oraz zlewni (Dz. U. 2017, poz. 2505) obszar badań ten należy do Regionu Wodnego Górnej Wisły.

Analizowany teren znajduje się na obszarze jednolitej części wód podziemnych JCWPd nr 152.

W Gminie Wiśniowa występuje Główny Zbiornik Wód Podziemnych nr 432 - Dolina rzeki Wisłok rozciągający się wzdłuż jej doliny, założony w dolinnych utworach czwartorzędowych.

3.4.2. Potencjalne piętra wodonośne.

W rejonie Gminy Wiśniowa wyróżnia się występowanie poziomów wodonośnych w utworach czwartorzędowych, dolnokredowych oraz górnokarpackich.

Poziom czwartorzędowy związany jest z piaszczystymi osadami rzeki Wisłok. Średnia głębokość ujęć czwartorzędowych może wynosić do 8 m, a szacunkowe wydajności studni sięgać 2 – 5 m³/h.

Wody z głębszych pięter wodonośnych nie mogą mieć zastosowania do celów pitnych, ze względu na zbyt duże głębokości występowania i zbyt wysoką mineralizację ogólną. Mogą mieć jednak zastosowanie jako wody geotermalne i lokalnie służyć do celów balneologicznych.

Analizy tej dokonano w oparciu o różne dane archiwalne i opracowania, wśród których wyróżnić można m.in.: Atlas geotermalny zapadliska przedkarpackiego⁷, Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat wschodnich⁸.

Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Wiśniowa z naniesionym otworem Wiśniowa GT-1 przedstawiająca główny użytkowy poziom wodonośny stanowi załącznik 8.

⁷ Górecki W. (red.), i in., 2012 - *Atlas geotermalny zapadliska przedkarpackiego*, Wydawnictwa AGH, KSE

⁸ Górecki W. (red.), i in., 2013 - *Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat wschodnich*, Wydawnictwa AGH, KSE, Kraków

3.4.3. Zbiornik wód geotermalnych kredy dolnej

Potencjalne piętro wodonośne mogą stanowić dolnokredowe warstwy spaskie zbudowane z drobnoziarnistych i zbitych piaskowców, oraz twardych margli i łupków. Charakteryzują się one dużą plastycznością i sypliwością (głównie utwory łupkowe), a piaskowcowe poziomy zbiornikowe wysokimi anomalnymi gradientami ciśnień złożowych (Górecki i in., 2015). Są to głównie piaskowce szare, drobnoziarniste, bezstrukturalne, twarde, nieco wapniste, miejscami zielonoszare, sporadycznie przechodzące w ciemnoszare do czarnych. Warstwy spaskie prawdopodobnie stanowią izolowany zbiornik, niepozostający w kontakcie hydraulicznym z utworami nadległymi. Jednak istnieje możliwość, że zbiornik dolnokredowy jest stale zasilany wodami ze zbiornika górnokredowego wskutek istnienia łączności hydraulicznej pomiędzy tymi zbiornikami. Wówczas należałoby te zbiorniki traktować razem (łącznie z utworami miocenu autochtonicznego).

Parametry zbiornikowe skał w profilu odwiertu Wiśniowa-1, zostały określone laboratoryjnie jedynie dla warstw inoceramowych. Wskazują one, że są to skały zbiornikowe o niskiej bądź średniej pojemności przestrzeni porowo-szczelinowej, potencjalnie gazonośne (Kuśmerek, Semyrka, 2003). Ich porowatość efektywna jest rzędu 1-8,8%. Natomiast cechy zbiornikowe piaskowców spaskich płaszczowiny skolskiej zostały określone na podstawie badań próbek rdzeniowych pochodzących z otworów Kuźmina-1 i 2 oraz Dynów-1, zlokalizowanych kilkadziesiąt kilometrów na wschód od analizowanego obszaru. Efektywna porowatość analizowanych próbek wynosi średnio powyżej 5%, nie wykazując praktycznie przepuszczalności (Such, Leśniak, 2008). W profilu odwiertu Kuźmina-1 parametry zbiornikowe piaskowców spaskich, pomimo podwyższonych wartości na tle innych kompleksów zbiornikowych, zanikają z głębokością (Machowski, Kuśmerek, 2008). Utrata parametrów zbiornikowych w przestrzeni międzyziarnowej piaskowców spaskich rekompensowana jest przez ich szczelinowatość, związaną głównie z mikroszczelinami wpływającymi na ich pojemność zbiornikową i wymierną przepuszczalność (Machowski, Kuśmerek, 2008; Such, Leśniak, 2008).

Informację dotyczącą parametrów zbiornikowych skał leżących powyżej warstw spaskich w profilu otworu Wiśniowa-1 dostarcza analiza danych geofizyki wiertniczej. Analiza taka została wykonana w ramach prac związanych z realizacją „Atlasu geotermalnego Karpat wschodnich” (Górecki (red.) i in., 2013). Wykonana wówczas ocena przepuszczalności skał potwierdza izolacyjny charakter wyżej leżących utworów kredy górnej. Zarówno łupki pstry jak i margle kredy górnej charakteryzują się przepuszczalnością

najczęściej poniżej 1 mD. Najlepszymi parametrami charakteryzują się warstwy inoceramowe, których średnia przepuszczalność wynosi 2,76 mD. Dla większości utworów tych warstw przepuszczalność także nie przekracza 1 mD, jednak zaznaczają się strefy gdzie przepuszczalność wzrasta do kilku mD, a lokalnie także strefy o podniesionych wartościach przepuszczalności (np. na głębokości 2936-2937 m p.p.t przepuszczalność wynosi 30-50 mD).

Na podstawie wielkości przyływów złożowych uzyskanych w otworze Wiśniowa-1 w warstwach spaskich można sądzić, że cechy ich zbiornikowe są podobne jak we wschodniej strefie płaszczowiny skolskiej, zatem obecność wód można łączyć z mikroszczelinowością skał.

Pod względem chemicznym woda nawiercona w otworze Wiśniowa-1 to woda zmineralizowana typu Cl-HCO₃-Na. Woda uzyskana z otworu Wiśniowa-1 posiada niższą mineralizację – 15,15 g/dm³, w porównaniu np. z mineralizacją wody z otworu Szufnarowa-1 (39,6 g/dm³) i Nawsie-1 (89 g/dm³). Solanka z otworu Wiśniowa-1 swym chemizmem jest bardzo zbliżona do solanek z otworów Humniska 44, Strachocina 22 i Grabownica 6. Jej ciężar właściwy przy temperaturze 20°C wynosi 1,0117 g/cm³. Woda ma pH 8,1 (Górecki i in. 2015). Skład chemiczny wody z otworu Wiśniowa-1 przedstawia tabela 3-1.

Tab. 3-1 Skład chemiczny wody z otworu Wiśniowa-1 (g/dm³)

Chlor	Brom	Jod	HCO ₃	CO ₂	SO ₄	Wapń	Magnez	Sód
7,4459	0,0285	0,0114	1,7146	0,0540	0,8389	0,0641	0,0058	5,8450

W trakcie prac wiertniczych w otworze Wiśniowa-1 nawiercono wody geotermalne w utworach piaszczystych dolnej kredy na głębokości 3698 m o wydajności 8 m³/h i na głębokości 3793 m o wydajności 180 m³/h i temperaturze 85°C.

3.4.4. Zbiornik wód geotermalnych jury górnej

Skomplikowana budowa geologiczna rejonu badań, powoduje, że wody podziemne mogą migrować np. wydłuż stref uskokowych. Taka teoria, w połączeniu ze słabymi parametrami zbiornikowymi piaskowców warstw spaskich, pozwala na wskazanie głębiej zalegających węglanowych utworów górnajurajskich jako potencjalnie perspektywicznych. Utwory te reprezentowane przez margle i wapienie zostały nawiercone w otworze Szufnarowa-1 (oksford) na głębokości 4540-4697 m p.p.t. oraz w otworze Nawsie-1 (kimeryd+oksford) w interwale 3098-4440 m p.p.t.

Na omawianym terenie parametry zbiornikowe utworów poziomu górn jurajskiego są niskie. Porowatość efektywna skał węglanowych w otworze Nawsie-1 maksymalnie wynosi 6,1%, przy zdecydowanej przewadze prób o porowatości poniżej 1%. Przepuszczalność dla wszystkich analizowanych prób wynosi poniżej 1 mD. Równie słabymi wartościami zbiornikowymi cechują się próby z otworu Szufnarowa-1 (przepuszczalność 0,01 mD, porowatość 2,7-4,6%).

Wartości parametrów zbiornikowych utworów węglanowych pozostają często w sprzeczności z wydajnościami uzyskiwanymi z horyzontów górn jurajskich, szczególnie w strefach rozwoju krasu i złóż węglowodorów. Przykładowo w rejonie zapadliska przedkarpackiego w strefie złoża węglowodorów Podborze z niektórych odwiertów uzyskiwano wysokie wydajności przy laboratoryjnie oznaczonej porowatości zaledwie 2,8% i przepuszczalności poniżej 4,9 mD, a w otworze Zielona 1 (15 km na N od Krakowa) uzyskano samowypływ 30 m³/h, przy porowatości średniej 4,7% i braku przepuszczalności. Przyczyną są zjawiska krasowe i szczelinowatość często trudne do oceny poprzez badania laboratoryjne. W przypadku węglanowego zbiornika górn jurajskiego można spodziewać się lokalnie występowania wyższych wydajności wynikających ze specyficznego charakteru skał budujących ten zbiornik. W otworach wiertniczych notowano częste przypadki samowypływów wód (np. Słomniki oraz strefa Zielona – Łuczyce k/Krakowa). Samowypływy obserwowano również w strefie przykarpackiej w rejonie Brzeska (Sufczyn, Jadowniki, Porąbka Uszewska) (Górecki (red.) i in., 2012), co mogłoby stanowić pewną analogię do samowypływu uzyskanego w otworze Wiśniowa-1.

Spodziewane wydajności z utworów jury górnej mogą sięgać 40 m³/h o temperaturze około 100°C i mineralizacji około 100 g/l.

3.5. Przewidywany profil stratygraficzno-litologiczny otworu Wiśniowa GT-1

Przewidywany profil stratygraficzno-litologiczny otworu Wiśniowa GT-1 przedstawia tabela 3-2. Został on opracowany na podstawie przekroju wykonanego między głębokimi otworami archiwalnym (załącznik 9).

Tabela 3-2. Przewidywany profil geologiczny otworu Wiśniowa GT-1.

Głębokość [m p.p.t.]	Stratygrafia	Litologia
0,0 – 148,0	Warstwy krośnieńskie środkowe - oligocen	piaskowce, iłowce, mułowce
148,0 – 736,0	Warstwy krośnieńskie środkowe - dolne	piaskowce, iłowce, mułowce
736,0 – 977,0	warstwy menilitowe, piaskowce podrogowcowe - oligocen	piaskowce drobnoziarniste, łupki ilaste
977,0 – 1315,0	warstwy pstrego eocenu	łupki ilaste, piaskowce w postaci warstewek i cienkich ławic
1315,0 – 1925,0	warstwy krośnieńskie - oligocen	piaskowce z wkładkami łupków, piaskowce drobnoziarniste
1925,0 – 1998,0	warstwy menilitowe - oligocen	piaskowce drobnoziarniste, łupki ilaste zielone
1998,0 – 2020,0	warstwy pstrego eocenu	łupki ilaste zielone, szarozielone i szare
2020,0 – 3477,0	warstwy inoceramowe - kreda górna	piaskowce drobnoziarniste, bardzo twarde, zbite, łupki ilasto-mułowcowe
3477,0 – 3580,0	margle krzemionkowe - kreda górna	margle beżowe
3580,0 – 3696,0	łupki pstre - kreda górna	łupki ilasto-mułowcowe
3696,0 – 4250,0	warstwy spaskie - kreda dolna	piaskowce szare drobnoziarniste, margle szare, łupki ilasto-mułowcowe
4250,0 - 4500,0	miocen młodszy (baden+sarmat) nierozdzielony, seria autochtoniczna	warstwy piaskowcowe, ilaste i łupkowe
4500,0 – 4705,0	jura górna	margle i wapienie

Rozdział 4.

ZAKRES PROJEKTOWANYCH ROBÓT

4.1. Uzasadnienie lokalizacji i rodzaju zamierzonych robót

W ramach niniejszego projektu, sporządzonego dla rozpoznania możliwości eksploatacji wód termalnych zakłada się odwiercenie otworu Wiśniowa GT-1 do głębokości 4705 m p.p.t.

Planowane przedsięwzięcie będzie realizowane na działce nr 866/10. Przybliżone współrzędne projektowanego otworu w układzie 1992 przedstawiają się następująco:

$$X = 226\,359,9645$$

$$Y = 692\,338,5812$$

$$Z = 246,50 \text{ m n.p.m.}$$

Proponowana lokalizacja jest uwarunkowana wskazaniem przez Inwestora konkretnej działki, na której powinien zostać odwiercony otwór. Proponowana lokalizacja uwzględnia lokalizację obiektów mogących ograniczyć wykonywanie robót geologicznych, istniejącą infrastrukturę naziemną i podziemną oraz wymagania dotyczące prowadzenia ruchu zakładów górniczych. Szczegółowa lokalizacja otworu Wiśniowa GT-1 zostanie wytyczona geodezyjnie w terenie przed rozpoczęciem robót wiertniczych.

4.2. Przewidywana konstrukcja otworu wiertniczego

Projektowana konstrukcja otworu Wiśniowa GT-1 przedstawia się następująco:

0,0 – 45,0 m	średnica otworu \varnothing 559 mm – świder gryzowy,
45,0 – 400,0 m	średnica otworu \varnothing 444 mm – świder gryzowy,
400,0 – 3690,0 m	średnica otworu \varnothing 311 mm – świder gryzowy,
3690,0 – 4500,0 m	średnica otworu \varnothing 216 mm – świder gryzowy + koronka w interwałach 3780,0 – 3834,0; 4000,0 – 4054,0; 4196,0 – 4268,0
4500,0 – 4705,0 m	średnica otworu \varnothing 149 mm – świder gryzowy + koronka w interwałach 4550,0 – 4604,0; 4651,0 – 4705,0

Projektowana konstrukcja otworu Wiśniowa GT-1 została przedstawiona w załączniku 10. Urządzenie wiertnicze zostanie wyposażone w prewenter, który zapobiegnie ewentualnemu samowypływowi wody termalnej.

4.3. Przewidywane zarurowanie otworu

Przewidywane zarurowanie otworu Wiśniowa GT-1 przedstawia się następująco:

0,0 – 45,0 m	rury stalowe $\varnothing 18^{5/8}$ ", stal J-55, zacementowane od buta rur do wierzchu,
0,0 – 400,0 m	rury stalowe $\varnothing 13^{3/8}$ ", stal N-80, zacementowane od buta rur do wierzchu,
300,0 – 3690,0 m	rury stalowe $\varnothing 9^{5/8}$ ", stal N-80, zacementowane od buta rur do 300 m p.p.t.,
3590,0 – 4500,0 m	rury stalowe $\varnothing 7$ ", stal N-80, zawieszone na wieszaku z pakierem uszczelniającym, zacementowane w interwale 4250,0 – 4500,0

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

4.3.1 Rodzaj zamierzonych robót

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

Interwał 0 – 45 m p.p.t.:

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

Interwał 45 – 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 4.7),
- zarurowanie otworu rurami $\varnothing 13^{3/8}$ " ze stali N-80 i zacementowanie ich do wierzchu,
- stójka na związanie cementu (48 godzin).

Interwał 400 – 3690 m p.p.t.:

- odwiercenie otworu średnicą \varnothing 311 mm,
- płuczka bentonitowa lub polimerowa,
- pobieranie prób okruchowych co 10 m do gł. 3470 m, co 5 m od gł. 3470 m,
- wykonanie drugiego zestawu badań geofizycznych (podrozdział 4.7)
- zarurowanie otworu rurami \varnothing 9 $\frac{5}{8}$ " ze stali N-80 w interwale 300-3690 m p.p.t., ze 100 m zakładką z rurami \varnothing 13 $\frac{3}{8}$ ", zacementowanie ich na całej długości.
- stójka na związanie cementu (72 godziny).

Interwał 3690 – 4268 m p.p.t.:

- po zwierceniu korka cementowego w rurach \varnothing 9 $\frac{5}{8}$ " wymiana płuczki bentonitowej na płuczkę polimerową,
- odwiercenie otworu średnicą \varnothing 216 mm z pobraniem ok. 180 mb. rdzenia wiertniczego w interwałach rdzeniowania 3780,0 – 3834,0 m (54 mb), 4000,0 – 4054,0 (54 mb), 4196,0 – 4268,0 (72 mb), dokładne interwały rdzeniowania wybrane przez nadzór geologiczny,
- pobieranie prób okruchowych co 5 m,
- wykonanie pompowania oczyszczająco-pomiarowego pompą głębinową lub air-liftem (lub w warunkach samowypływu) po odwierceniu otworu do gł. 4268,0 m (tj. po nawierceniu spągu utworów kredy dolnej i ok. 18 m utworów miocenu młodsze), czas trwania pompowania około 5 godzin lub do uzyskania stabilizacji położenia zwierciadła wody,
- wykonanie pomiarów *Production Log* dla określenia najkorzystniejszych interwałów dopływu wód termalnych.

Interwał 4268 - 4500 m p.p.t.:

- odwiercenie otworu średnicą \varnothing 216 mm (do nawiercenia stropu utworów jury górnej),
- płuczka polimerowa,
- pobieranie prób okruchowych co 5 m,
- wykonanie trzeciego zestawu badań geofizycznych (podrozdział 4.7),
- zarurowanie otworu rurami \varnothing 7" ze stali N-80 w interwale 3590-4500 m p.p.t., ze 100 m zakładką z rurami \varnothing 9 $\frac{5}{8}$ ", zacementowanie ich w interwale 4250-4500 m p.p.t. Rury \varnothing 7" zawiesić na wieszaku i od góry uszczelnić pakerem.

Interwał 4500 – 4705 m p.p.t.:

- odwiercenie otworu średnicą \varnothing 149 mm, z pobraniem ok. 108 mb. rdzenia wiertniczego w interwałach rdzeniowania 4550,0 – 4604,0 (54 mb), oraz 4651,0 – 4705,0 (54 mb), dokładne interwały rdzeniowania wybrane przez nadzór geologiczny,
- płuczka polimerowa,
- pobieranie prób okruchowych co 5 m,
- wykonanie pompowania oczyszczająco-pomiarowego pompą głębinową lub air-liftem (lub w warunkach samowypływu) po odwierceniu otworu do gł. 4705,0 m (pompowanie oczyszczająco-pomiarowe), czas trwania pompowania około 5 godzin lub do uzyskania stabilizacji położenia zwierciadła wody,
- wykonanie czwartego zestawu badań geofizycznych (podrozdział 4.7).

Uzyskane wyniki badań geofizycznych, pomiarów *Production Log* oraz badań hydrogeologicznych (pompowań oczyszczająco-pomiarowych) przeprowadzonych w utworach kredy dolnej i jury górnej pozwolą na podjęcie przez Inwestora decyzji o wyborze interwału do przyszłej eksploatacji. Najistotniejsze będą temperatura wydobywanej wody i możliwa do uzyskania wydajność eksploatacyjna, pozwalające na wykorzystanie wody termalnej w ciepłownictwie. Od podjętej decyzji będą uzależnione kolejne roboty w otworze Wiśniowa GT-1, a w szczególności wybór horyzontu wodonośnego przeznaczonego do ujęcia. W przypadku nieuzyskania zadowalających wyników z horyzontu wodonośnego jury górnej (załącznik 11) przewiduje się powrót do ujęcia spągowej (załącznik 12) lub stropowej (załącznik 13) partii utworów warstw wodonośnych kredy dolnej. Opis konstrukcji i zarurowania otworu oraz kolejnych robót w otworze Wiśniowa GT-1 w zależności od wybranego wariantu przedstawiono w rozdziałach 4.3.2. – 4.3.4.

4.3.2 Ujęcie horyzontu wodonośnego w interwale 4500 – 4680

W przypadku wyboru do przyszłej eksploatacji interwału 4500 – 4680 m (jura górna) otwór Wiśniowa GT-1 będzie poszerzony do średnicy 311 mm oraz zafiltrowany filtrem typu rurowo-prętowego o średnicy \varnothing 5” typu Johnson (100 m rury nadfiltrowej, 180 m części czynnej filtra i 24 m rury podfiltrowej), stal nierdzewna (załącznik 11). Kolejność prac będzie następująca:

- poszerzenie otworu do średnicy 311 mm w interwale 4500,0 – 4680,0 m p.p.t.,
- wymiana płuczki na wodę złożową,
- pompowanie oczyszczające przed zafiltrowaniem otworu,

- badania geofizyczne w interwale 4500 – 4680 m p.p.t.,
- zapuszczenie filtra rurowo-prętowego o średnicy \varnothing 5" typu Johnson (100 m rury nadfiltrowej, 180 m części czynnej filtra i 24 m rury podfiltrowej), stal nierdzewna,
- kolumna filtrowa zostanie powieszona na wieszaku z pakerem w rurach \varnothing 7". Kolumna filtrowa powinna być odcięta od rur okładzinowych łącznikiem dielektrycznym. Kolumna filtrowa powinna posiadać sito bezpieczeństwa,
- po zafiltrowaniu otworu przewiduje się wykonanie obsypki żwirowej o granulacji 0,8-1,4. Obsypkę żwirową należy wykonywać z naturalnego, jednorodnego i sortowanego piasku lub żwiru kwarcowego, o ziarnach gładkich i możliwie okrągłych o zawartości przynajmniej 95% kwarcu,
- przestrzeń międzypierścieniowa pomiędzy kolumną filtrową i rurami okładzinowymi \varnothing 7" powinna być uszczelniona pakerem,
- po zafiltrowaniu otworu należy wykonać pompowanie oczyszczające po zafiltrowaniu oraz w razie potrzeby przeprowadzić przepłukanie boczne filtra,
- w przypadku niezadawalających przyływów wody termalnej w wybranym horyzoncie może zostać podjęta decyzja odnośnie wykonania prac intensyfikacyjnych mających na celu zwiększenie przyływu, np. poprzez wykonanie zabiegów kwasowania (wanna kwasowa),
- pompowanie pomiarowe,
- badania geofizyczne – stan zafiltrowania otworu, sprawdzenie poprawności wykonania obsypki oraz profilowanie temperatury w otworze.

Przed przystąpieniem do zafiltrowania otworu płuczkę znajdującą się w otworze należy wymienić na wodę złożową oraz przeprowadzić pompowanie oczyszczające strefy złożowej.

Szczegółowy projekt zafiltrowania otworu zostanie opracowany przez nadzór geologiczny po przeprowadzeniu badań geofizycznych i badań hydrogeologicznych w warstwie wodonośnej. Biorąc pod uwagę prognozowane trudne warunki w otworze, w przypadku braku możliwości technicznych poszerzenia otworu i wykonania obsypki żwirowej, dopuszcza się zastosowanie filtrów typu Johnson z wbudowaną obsypką. Ze względu na możliwe występowanie w profilu jury górnej skał zwięzłych, silnie zdiagenezowanych przewiduje się także możliwość pozostawienia otworu niezarurowanego (bosego) w obrębie warstwy wodonośnej jury górnej w interwale 4500,0-4680,0 m p.p.t. Otwór może być niezafiltrowany wyłącznie w przypadku, gdy zwięzłe skały węglanowe zapewnią wystarczającą stabilność ścian otworu i nie będą się obsypywać. Decyzję

o ewentualnym pozostawieniu otworu bosego w strefie złożowej podjąć nadzór geologiczny w porozumieniu z Inwestorem.

Przy zapuszczaniu oraz skręcaniu rur filtrowych nie należy używać smarów mogących zanieczyścić strefę złożową.

4.3.3 Ujęcie horyzontu wodonośnego w interwale 4106 – 4226

Ujęcie wód termalnych z dolnej partii utworów kredy dolnej (interwał 4106 - 4226) będzie wymagało następujących zabiegów (załącznik 12):

- wycięcie rur \varnothing 7" w interwale 4250,0 – 4100,0 m p.p.t.,
- likwidacja otworu poprzez zasypanie piaskiem w interwale 4106,0 – 4705,0 m p.p.t.,
- zacementowanie rur \varnothing 7" w interwale 3590,0 – 4100 m p.p.t.,
- odwiercenie wykonanej zasypki do głębokości 4300,0 m p.p.t.,
- wykonanie korka cementowego o miąższości około 50 mb do głębokości 4300 m,
- poszerzenie otworu do średnicy 311 mm w interwale 4106,0 – 4226,0 m p.p.t.,
- wymiana płuczki na wodę złożową,
- pompowanie oczyszczające przed zafiltrowaniem otworu,
- badania geofizyczne w interwale 4106 – 4226 m p.p.t.,
- zapuszczenie filtra rurowo-prętowego o średnicy \varnothing 5" typu Johnson (100 m rury nadfiltrowej, 120 m części czynnej filtra i 24 m rury podfiltrowej), stal nierdzewna,
- kolumna filtrowa zostanie powieszona na wieszaku z pakerem w rurach \varnothing 7". Kolumna filtrowa powinna być odcięta od rur okładzinowych łącznikiem dielektrycznym. Kolumna filtrowa powinna posiadać sito bezpieczeństwa,
- po zafiltrowaniu otworu przewiduje się wykonanie obsypki żwirowej o granulacji 0,8 - 1,4. Obsypkę żwirową należy wykonywać z naturalnego, jednorodnego i sortowanego piasku lub żwiru kwarcowego, o ziarnach gładkich i możliwie okrągłych o zawartości przynajmniej 95% kwarcu,
- przestrzeń międzypierścieniowa pomiędzy kolumną filtrową i rurami okładzinowymi \varnothing 7" powinna być uszczelniona pakerem,
- po zafiltrowaniu otworu należy wykonać pompowanie oczyszczające po zafiltrowaniu oraz w razie potrzeby przeprowadzić przepłukanie boczne filtra,
- w przypadku niezadawalających przypiływów wody termalnej w wybranym horyzoncie może zostać podjęta decyzja odnośnie wykonania prac intensyfikacyjnych mających na celu zwiększenie przypiływu, np. poprzez wykonanie zabiegów kwasowania (wanna kwasowa),

- pompowanie pomiarowe,
- badania geofizyczne – stan zafiltrowania otworu, sprawdzenie poprawności wykonania obsypki oraz profilowanie temperatury w otworze.

Przed przystąpieniem do zafiltrowania otworu płuczkę znajdującą się w otworze należy wymienić na wodę złożową oraz przeprowadzić pompowanie oczyszczające strefy złożowej.

Szczegółowy projekt zafiltrowania otworu zostanie opracowany przez nadzór geologiczny po przeprowadzeniu badań geofizycznych i badań hydrogeologicznych w warstwie wodonośnej. Biorąc pod uwagę prognozowane trudne warunki w otworze, w przypadku braku możliwości technicznych poszerzenia otworu i wykonania obsypki żwirowej, dopuszcza się zastosowanie filtrów typu Johnson z wbudowaną obsypką. Ze względu na możliwe występowanie w profilu kredy dolnej skał zwięzłych, silnie zdiagenezowanych przewiduje się także możliwość pozostawienia otworu niezarurowanego (bosego) w obrębie warstwy wodonośnej kredy dolnej w interwale 4106,0-4226,0 m p.p.t. Otwór może być niezafiltrowany wyłącznie w przypadku, gdy zwięzłe piaskowce o spoiwie krzemionkowym zapewnią wystarczającą stabilność ścian otworu i nie będą się obsypywać. Decyzję o ewentualnym pozostawieniu otworu bosego w strefie złożowej podejmie nadzór geologiczny w porozumieniu z Inwestorem.

Przy zapuszczaniu oraz skręcaniu rur filtrowych nie należy używać smarów mogących zanieczyścić strefę złożową.

4.3.4 Ujęcie horyzontu wodonośnego w interwale 3690 - 3870

Ujęcie wód termalnych z górnej partii utworów kredy dolnej (interwał 3690 – 3870) będzie wymagało następujących zabiegów (załącznik 13):

- wycięcie rur o 7" w interwale 3590,0 – 4250,0 m p.p.t.,
- likwidacja otworu poprzez zasypanie piaskiem w interwale 3944,0 – 4705 m p.p.t.,
- wykonanie korka cementowego o miąższości około 50 mb do głębokości 3894 m,
- poszerzenie otworu do średnicy 444 mm w interwale 3690 – 3870 m p.p.t.,
- wymiana płuczki na wodę złożową,
- pompowanie oczyszczające przed zafiltrowaniem otworu,
- badania geofizyczne w interwale 3690 – 3870 m p.p.t.,
- zapuszczenie filtra rurowo-prętowego o średnicy $\varnothing 6\frac{5}{8}$ " typu Johnson (100 m rury nadfiltrowej, 180 m części czynnej filtra i 24 m rury podfiltrowej), stal nierdzewna,

- kolumna filtrowa zostanie powieszona na wieszaku z pakerem w rurach $\varnothing 9\frac{5}{8}$ ". Kolumna filtrowa powinna być odcięta od rur okładzinowych łącznikiem dielektrycznym. Kolumna filtrowa powinna posiadać sito bezpieczeństwa,
- po zafiltrowaniu otworu przewiduje się wykonanie obsypki żwirowej o granulacji 0,8-1,4. Obsypkę żwirową należy wykonywać z naturalnego, jednorodnego i sortowanego piasku lub żwiru kwarcowego, o ziarnach gładkich i możliwie okrągłych o zawartości przynajmniej 95% kwarcu,
- przestrzeń międzypierścieniowa pomiędzy kolumną filtrową i rurami okładzinowymi $\varnothing 9\frac{5}{8}$ " powinna być uszczelniona pakerem,
- po zafiltrowaniu otworu należy wykonać pompowanie oczyszczające po zafiltrowaniu oraz w razie potrzeby przeprowadzić przepłukanie boczne filtra,
- w przypadku niezadawalających przyływów wody termalnej w wybranym horyzoncie może zostać podjęta decyzja odnośnie wykonania prac intensyfikacyjnych mających na celu zwiększenie przyływu, np. poprzez wykonanie zabiegów kwasowania (wanna kwasowa),
- pompowanie pomiarowe,
- badania geofizyczne – stan zafiltrowania otworu, sprawdzenie poprawności wykonania obsypki oraz profilowanie temperatury w otworze.

Przed przystąpieniem do zafiltrowania otworu płuczkę znajdującą się w otworze należy wymienić na wodę złożową oraz przeprowadzić pompowanie oczyszczające strefy złożowej.

Szczegółowy projekt zafiltrowania otworu zostanie opracowany przez nadzór geologiczny po przeprowadzeniu badań geofizycznych i badań hydrogeologicznych w warstwie wodonośnej. Biorąc pod uwagę prognozowane trudne warunki w otworze, w przypadku braku możliwości technicznych poszerzenia otworu i wykonania obsypki żwirowej, dopuszcza się zastosowanie filtrów typu Johnson z wbudowaną obsypką. Ze względu na możliwe występowanie w profilu kredy dolnej skał zwięzłych, silnie zdiagenezowanych przewiduje się także możliwość pozostawienia otworu niezarurowanego (bosego) w obrębie warstwy wodonośnej kredy dolnej w interwale 3690,0-3870,0 m p.p.t. Otwór może być niezafiltrowany wyłącznie w przypadku, gdy zwięzłe piaskowce o spoiwie krzemionkowym zapewnią wystarczającą stabilność ścian otworu i nie będą się obsypywać. Decyzję o ewentualnym pozostawieniu otworu bosego w strefie złożowej podejmie nadzór geologiczny w porozumieniu z Inwestorem.

Przy zapuszczaniu oraz skręcaniu rur filtrowych nie należy używać smarów mogących zanieczyścić strefę złożową.

Po zakończeniu wiercenia otworu Wiśniowa GT-1 i wykonaniu testów określających parametry eksploatacyjne otworu zostanie zamontowana głowica eksploatacyjna. Głowica eksploatacyjna powinna być wyposażona w zawór lub zasuwę odcinającą wypływ. Zarówno zasuwa lub zawór jaki i sama głowica powinny być wykonane ze stali kwasoodpornej. Głowica powinna być dostosowana do wysokich ciśnień złożowych i temperatur przewidywanych w otworze. Głowica powinna być tak skonstruowana, ażeby można było wykonywać pomiary geofizyczne i pomiary hydrodynamiczne wgłębne. Głowica zostanie dostarczona i zamontowana przez wykonawcę wierceń.

4.4. Wymagania dotyczące zastosowanej płuczki wiertniczej

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

1. Interwał 0,0 – 3690,0:

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

2. Interwał 3690,0 – 4704,0:

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

Podczas wiercenia otworu Wiśniowa-1 na głębokości 3793 m doszło do erupcji solanki. Mając to na uwadze należy podczas przewiercenia warstw spaskich mieć przygotowaną płuczkę o gęstości około 2,5 g/cm³ by opanować ewentualny samowypływ wody o wysokim gradiencie ciśnienia.

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

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

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

Urządzenie wiertnicze zostanie wyposażone w prewenter, który zapobiegnie ewentualnemu samowypływowi wody termalnej.

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

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

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

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

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

4.5. Informacje dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych

Konstrukcja otworu wiertniczego Wiśniowa GT-1 została tak dobrana, aby zapewnić bezpieczeństwo prowadzonych robót oraz ochronę środowiska, a w szczególności ochronę wód podziemnych.

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

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

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

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

4.6. Zakres obserwacji i badań terenowych

Pobór i opis rdzeni wiertniczych próbek okruchowych

Projektuje się pobierać próbki okruchowe co 10 m w interwale 0,0 – 3470,0 m. W zakresie głębokości 3470 – 4705 m należy pobierać próby okruchowe z częstotliwością co 5 m. Ponadto podczas wiercenia otworu w zakresie głębokości 3690 – 4705 m zostaną wykonane wiercenia rdzeniowane, w orientacyjnych interwałach 3780,0 – 3834,0 m (54 mb), 4000,0 – 4054,0 (54 mb), 4196,0 – 4268,0 (72 mb) 4550,0 – 4604,0 (54 mb) oraz 4651,0 – 4705,0 (54 mb). Interwały pobierania rdzeni zostaną precyzyjnie określone przez nadzór geologiczny. Łącznie zakłada się pobór ok. 288 mb rdzenia wiertniczego.

Próby okruchowe powinny być pobierane zawsze z tego samego miejsca. Powinny być dokładnie wypłukane z płuczki i złożone do skrzynek specjalnie do tego przeznaczonych.

Rdzenie powinny być obmyte z płuczki i złożone do skrzynek. Skrzynki powinny być dokładnie opisane. Opisy powinny być czytelne i zabezpieczone przed uszkodzeniem. Po zakończeniu wiercenia, próby okruchowe i rdzenie powinny być przewiezione w miejsce wskazane przez zleceniodawcę.

Pomieszczenie, które mogłoby być zaadaptowane na laboratorium geologiczne powinno być zapewnione przez wykonawcę wierceń. Powinno ono być przygotowane razem z innymi pomieszczeniami stanowiącymi zaplecze wiertni.

Pobór prób wody i gazu

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

W czasie opróbowania każdego poziomów zbiornikowych (pompowania oczyszczająco-pomiarowe – podrozdział 4.10.2.), należy pobrać po 1 próbce wody złożowej do badań fizykochemicznych oraz po 1 próbce do wykonania pełnej analizy radioaktywności. Należy również pobrać po 1 próbce gazu wydzielającego się z solanki do badań laboratoryjnych (w przypadku, gdy pompowania oczyszczająco-pomiarowe nie będą prowadzone air-liftem).

Łącznie zakłada się pobór 2 próbek wody do analizy fizykochemicznej, 2 próbek wody do analizy radioaktywności oraz 2 próbek gazu wydzielającego się z solanki (w przypadku, gdy pompowania oczyszczająco-pomiarowe nie będą prowadzone air-liftem) z pompowań oczyszczająco-pomiarowych (po 1 próbce dla poziomu wodonośnego kredy dolnej i jury górnej dla każdej z projektowanych analiz).

W czasie badań hydrogeologicznych wybranego przez Inwestora horyzontu wodonośnego przeznaczonego do ujęcia (pompowanie pomiarowe – podrozdział 4.10.5.), należy pobrać 2 próby wody złożowej do badań fizykochemicznych (z pierwszego i trzeciego stopnia pompowania pomiarowego) oraz po 1 próbce do wykonania pełnej analizy radioaktywności, badań izotopowych i bakteriologii ujętej wody termalnej (z trzeciego stopnia pompowania pomiarowego).

Należy również pobrać 1 próbę gazu wydzielającego się z solanki do badań laboratoryjnych (z trzeciego stopnia pompowania pomiarowego).

Obserwacje podczas głębiania otworu

Podczas pogłębiania otworu należy na bieżąco prowadzić obserwacje płynów, ubytków płuczki wiertniczej, objawów zgazowania (metan, siarkowodór lub inne gazy), dopływy wód.

4.7. Zakresu projektowanych badań geofizycznych

Podczas wiercenia otworu Wiśniowa 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 Wiśniowa GT-1 zostaną najpierw wykonane przed zarurowaniem otworu rurami $\varnothing 13^{3/8}$ " 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 $\varnothing 18^{5/8}$ "

Drugi zestaw badań geofizycznych zostanie wykonany przed zarurowaniem otworu rurami $\varnothing 9^{5/8}$ " interwale 0,0 – 3690,0 m w zaprezentowanym poniżej zakresie:

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

Trzeci zestaw badań geofizycznych zaplanowano po odwierceniu otworu do 4500 m. Badania zostaną przed zapuszczeniem rur 7" w zaprezentowanym poniżej zakresie:

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

- profilowanie gamma spektrometryczne,
- tróźzasięgowe profilowanie oporności,
- profilowanie neutronowe,
- profilowanie akustyczne do oceny stanu zacementowania rur $\varnothing 9^{5/8}$ "

Czwarty zestaw badań geofizycznych zaplanowano po poszerzeniu otworu w interwale wybranym do eksploatacji (przed zapuszczeniem filtra). Badania zostaną przeprowadzone w zaprezentowanym poniżej zakresie:

- profilowanie średnicy otworu,
- profilowanie krzywizny otworu,
- profilowanie gamma,
- profilowanie gamma-gamma gęstościowe,
- profilowanie gamma spektrometryczne,
- tróźzasięgowe profilowanie oporności,
- profilowanie neutronowe,
- profilowanie średnicy otworu,
- profilowanie akustyczne do oceny stanu zacementowania rur $\varnothing 7$ ".

Piąty zestaw badań geofizycznych zaplanowano po zafiltrowaniu otworu w interwale przeznaczonym do eksploatacji. Badania zostaną przeprowadzone w zaprezentowanym poniżej zakresie:

- stan zafiltrowania otworu,
- stan obsypki,
- profilowanie temperatury (po 10-dniowej stójce) – wykonane w całej głębokości otworu.

4.8. Zakres badań laboratoryjnych

Badania laboratoryjne próbek okruchowych i rdzeni wiertniczych

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

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

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

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

Z rdzeni należy pobrać próby i wykonać oznaczenia porowatości i przepuszczalności. Oznaczenia węglanowości należy wykonać na każdej z prób okruchowych oraz na rdzeniach wiertniczych. Z interesujących interwałów pobrać próby do badań petrograficznych. Zakłada się również wykonanie analiz RTG dyfraktometrycznych (proszkowe, ewentualnie sedymentowane).

Badania laboratoryjne próbek wody termalnej i gazów w niej rozpuszczonych

Sposób pobierania i przechowywania próbek powinien zabezpieczyć naturalną zawartość składu chemicznego w wodzie zgodnie z zasadami ujętymi w normie PN-ISO 5667-11:2017. Ilość pobieranej wody dla potrzeb pełnej analizy fizyko-chemicznej powinna wynosić około 3 dm³.

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

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

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

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

- odczynu pH, potencjału Eh, przewodnictwa elektrolitycznego właściwego - γ , kwasowości, zasadowości, zapachu, barwy,
- twardości wody (ogólnej, węglanowej i niewęglanowej), zasadowość, mineralizację ogólną, krzemionkę jako SiO₂, całkowity węgiel organiczny (TOC),

- makroelementów: jony siarczanowy SO_4^{2-} , chlorkowy Cl^- , wodorowęglanowy HCO_3^- , sodu Na^+ , potasu K^+ , wapnia Ca^{2+} , magnezu Mg^{2+} ,
- mikroelementów: bor B, fluor F^- , bromki Br^- , fosfor P jako HPO_4^{2-} , azotany NO_3^- , azotyny NO_2^- , żelazo ogólne Fe, ołów Pb^{2+} , arsen As^{3+} , glin Al^{3+} , jon amonowy NH_4^+ , mangan Mn^{2+} , stront Sr^{2+} , bar Ba^{2+} , cynk Zn^{2+} , nikiel Ni^{2+} , wanad V^{5+} , chrom Cr^{3+} , kadm Cd^{2+} , molibden Mo^{6+} , tytan Ti^{4+} , kobalt Co^{2+} , miedź Cu^{2+} , lit Li^+ , jod I,
- gazów rozpuszczonych w solance: siarkowodoru H_2S , tlenu O_2 , dwutlenku węgla CO_2 , węglowodorów gazowych.

Laboratorium kontrolno-pomiarowe typu „mud logging”

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

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

4.9. Przewidywana wydajność dopływu wód do otworu

Warstwy wodonośne utworów jury górnej i kredy dolnej (warstwy spaskie) w rejonie projektowanego otworu są słabo rozpoznane. Brak jest badań hydrogeologicznych piaskowców budujących poziomy wodonośne kredy dolnej (warstwy spaskie) oraz wapieni jury górnej.

Z braku dokładnych danych o parametrach hydrogeologicznych przewidzianych do ujęcia warstw wodonośnych nie wykonano obliczeń przewidywanej wydajności i depresji w otworze, gdyż obliczenia te byłyby obarczone bardzo dużą niedokładnością. Obliczenia te zostaną wykonane przez geologa nadzorującego po odwierceniu przewidzianego do badań

poziomu wodonośnego w oparciu o przeprowadzone badania geofizyczne i badania pobranych rdzeni wiertniczych. Wyniki tych obliczeń posłużą do dokładniejszego zaprojektowania próbnych pompowań wybranych do badań horyzontów wodonośnych.

Na podstawie wyników wiercenia otworu Wiśniowa 1, przewiduje się uzyskanie z utworów kredy dolnej wody termalnej o wydajności 180 m³/h i temperaturze około 85°C (Górecki i in., 2015). W przypadku ujęcia utworów jury górnej, przewidywana wydajność wynosi 40 m³/h wody termalnej o temperaturze około 100°C.

4.10. Opis opróbowania otworu

4.10.1. *Pomiary Production Log*

Zakłada się wykonanie pomiarów *Production Log* w interwale występowania utworów wodonośnych kredy dolnej w czasie pompowania oczyszczająco-pomiarowego tego poziomu (po odwierceniu otworu do gł. 4268,0 m p.p.t.). Pomiary te wykonane zostaną w celu dokładnego określenia stref największego dopływu wód termalnych dla wskazania interwałów najkorzystniejszych do ewentualnego zafiltrowania.

4.10.2. *Pompowania oczyszczająco-pomiarowe*

Pompowania oczyszczająco-pomiarowe będą wykonywane po odwierceniu otworu do gł. 4268,0 m (pompowanie oczyszczająco-pomiarowe poziomu wodonośnego kredy dolnej) po zarurowaniu otworu rurami 9⁵/₈” oraz po odwierceniu głębokości 4705,0 m (pompowanie oczyszczająco-pomiarowe poziomu wodonośnego jury górnej) po zarurowaniu otworu rurami 7”. Czas trwania każdego z pompowań wyniesie około 5 godzin lub do uzyskania stabilizacji zwierciadła wody. Pompowania oczyszczająco-pomiarowe mają na celu określenie możliwej do uzyskania wydajności i temperatury wody termalnej z poszczególnych poziomów wodonośnych. Uzyskane wyniki badań hydrogeologicznych przeprowadzonych utworach kredy dolnej i jury górnej wraz z wynikami badań geofizycznych oraz wynikami pomiarów *Production Log* pozwolą na podjęcie przez Inwestora decyzji o wyborze interwału do przyszłej eksploatacji. Na ich podstawie przeprowadzone zostaną pompowania oczyszczające i pompowanie pomiarowe w horyzoncie wodonośnym wybranym do przyszłej eksploatacji.

Wypompowana woda będzie gromadzona w szczelnym zbiorniku zrzutowym, który zostanie wybudowany przez wykonawcę wierceń. Dół zrzutowy zostanie wykonany jako zagłębienie w ziemi szczelnie wyłożone folią termozgrzewalną. Pojemność szczelnego dołu zrzutowego będzie wynosić 4500 m³.

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

4.10.3. Pompowanie oczyszczające przed zafiltrowaniem otworu

Pompowanie oczyszczające po wyborze horyzontu wodonośnego i po poszerzeniu otworu w interwale 4500,0 – 4680,0 m p.p.t. (w przypadku ujęcia utworów jury górnej) lub w interwale 4106,0 – 4226,0 m (w przypadku ujęcia spągowej partii horyzontu kredy dolnej) lub w interwale 3690,0 – 3870,0 m p.p.t. (w przypadku ujęcia stropowej partii horyzontu kredy dolnej) ma na celu oczyszczenie strefy złożowej z pozostałości płuczki wiertniczej i zawiesiny pylastej, a zatem polepszenie dróg dopływu wody do otworu oraz przygotowanie otworu do zafiltrowania.

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

Pompowanie oczyszczające powinno być wykonane na jednym stopniu, z maksymalną, możliwą do uzyskania wydajnością.

Czas trwania pompowania szacuje się na około 5 godz.

Wypompowana woda będzie gromadzona w szczelnym zbiorniku zrzutowym, który zostanie wybudowany przez wykonawcę wierceń. Dół zrzutowy zostanie wykonany jako zagłębienie w ziemi szczelnie wyłożone folią termozgrzewalną. Pojemność szczelnego dołu zrzutowego będzie wynosić 4500 m³.

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

4.10.4. Pompowanie oczyszczające po zafiltrowaniu otworu

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

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

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

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

Zakłada się, że otwór Wiśniowa GT-1 zostanie zafiltrowany w utworach jury górnej lub ewentualnie stropowej lub spągowej partii utworów kredy dolnej. Wstępnie zakłada się, że pompowanie oczyszczające będzie prowadzone przez około 5 godzin lub do uzyskania wypływu czystej wody, pozbawionej frakcji stałej.

Woda z pompowania oczyszczającego będzie gromadzona w szczelnym dole zrzutowym.

4.10.5. Pompowanie pomiarowe

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

Po oczyszczeniu otworu, przewiduje się przeprowadzenie próbnego pompowania za pomocą pompy głębinowej, przy trzech ustalonych wydajnościach, bez przerw między nimi:

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

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

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

Ostateczne wydajności poszczególnych stopni zostaną ustalone po pompowaniu oczyszczającym.

Na czas pompowania pomiarowego wykonawca wierceń powinien zapewnić co najmniej:

- pompę głębinową o wydajności do co najmniej 180 m³/h przy wysokości podnoszenia około 150 m. Pompa będzie zapuszczona w rurach $\varnothing 13\frac{3}{8}$ " na głębokość około 120 m. Pompa powinna być odporna na temperaturę około 100°C i solankę o mineralizacji około 100 g/dm³,

- skrzynię przelewową (około 2 m³) z przelewem prostokątnym do pomiaru wydatku wody,
- zbiornik stalowy otwarty o pojemności 30-40 m³ do odbioru wody wypompowywanej z otworu i kontrolnego pomiaru średniego wydatku wody,
- zawór na rurociągu odprowadzającym wodę z otworu do poboru prób wody wypływającej z otworu,
- podczas pompowania pomiarowego musi być prowadzona ciągła, automatyczna rejestracja parametrów, tj.: wydajności eksploatacyjnej, położenia dynamicznego zwierciadła wody, temperatury eksploatowanej solanki.

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

Podczas pompowania pomiarowego będzie wykonywane kontrolne sprawdzanie wydajności za pomocą skrzyni przelewowej.

Dokumentacja z prac terenowych wykonanych w otworze Wiśniowa GT-1 w postaci rejestracji parametrów technicznych, technologicznych i hydrogeologicznych będzie prowadzona przez dozór geologiczny w laboratorium polowym. Szczegółowe wyniki prowadzonych obserwacji i badań, zestawione w formie tekstowej i graficznej, będą zawarte w dokumentacji otworowej.

4.11. Przewidywana jakość odpompowywanej wody

Woda termalna wydobywana otworem Wiśniowa GT-1 z horyzontu kredy dolnej będzie miała temperaturę około 85°C. Jej mineralizacja ogólna będzie wynosiła około 15 g/dm³. Wydobywana woda najprawdopodobniej będzie typu chlorkowo-sodowego.

Woda termalna wydobywana otworem Wiśniowa GT-1 z horyzontu jury górnej będzie miała temperaturę około 100°C. Jej mineralizacja ogólna będzie wynosiła około 100 g/dm³. Wydobywana woda najprawdopodobniej będzie typu chlorkowo-sodowego.

4.12. Sposób odprowadzania odpompowywanej wody

Przewiduje się, że podczas testów hydrogeologicznych z otworu Wiśniowa GT-1 zostanie odpompowanych około 4500 m³ wody termalnej o mineralizacji około 15 g/dm³, która będzie musiała być tymczasowo zmagazynowana.

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

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

4.13. Zakres badań geodezyjnych

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

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

4.14. Sposób i termin likwidacji otworu wiertniczego

Likwidacja otworu może nastąpić jedynie w sytuacji kiedy nie będzie możliwości wydobywania za jego pomocą wód termalnych. Oceniając ryzyko nieosiągnięcia celu geologicznego, należy zaznaczyć, że jest ono niewielkie.

W takim przypadku otwór Wiśniowa GT-1, jako nieproduktywny, zostanie zlikwidowany na podstawie odrębnego projektu robót geologicznych. Likwidacja polega na wypełnieniu zaczynem uszczelniającym otwartych interwałów. Następnie wykonuje się cementowy korek uszczelniający. Można to robić, przez zapuszczenie przewodu do odpowiedniej głębokości i wtłoczenie nim zaczynu cementowego. W górnej części odwiertu również wykonywany jest korek cementowy. Ponad powierzchnią terenu widoczny jest jego fragment (cementowy cokolik oraz tabliczka z datą i nazwą zlikwidowanego odwiertu). W przypadku likwidacji otworu wiertniczego, zostaje on udokumentowany po zakończeniu robót wiertniczych. Dokumentacja powinna być wykonana zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dn. 23 grudnia 2020 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych (Dz.U. 2020 poz. 2449). Na etapie projektowania nie przewiduje się likwidacji otworu Wiśniowa GT-1.

Rozdział 5.

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

5.1. Określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu organowi administracji geologicznej

Zgodnie z Art. 82 ust. 1 pkt. 4 Prawa geologicznego i górniczego (Dz.U. 2020, poz. 1064) 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. 2017) próbki okruchowe oraz rdzenie wiertnicze uzyskane w wyniku wiercenia otworu Wiśniowa 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).

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. 2017) próbki wody i gazu należą do próbek czasowego przechowywania i nie podlegają przekazaniu Państwowej Służbie Geologicznej.

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

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

- przygotowania formalno-prawne i montaż finansowy – **30 miesięcy**
- przygotowania i zatwierdzenie planu ruchu zakładu górniczego – **2 miesiące**
- prace przygotowawcze, wiercenie otworu, badania hydrogeologiczne oraz rekultywacja terenu – **12 miesięcy**
- badania laboratoryjne – **2 miesiące**
- sporządzenie dokumentacji hydrogeologicznej – **2 miesięcy**
- zatwierdzenie dokumentacji hydrogeologicznej – **12 miesięcy**

Czas realizacji projektu wyniesie **60 miesięcy**.

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

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

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

W bezpośrednim sąsiedztwie projektowanego otworu badawczego nie występują rezerваты przyrody, pomniki przyrody, użytki ekologiczne, stanowiska dokumentacyjne przyrody nieożywionej oraz zespoły przyrodniczo – krajobrazowe. Najbliższy obszar Natura 2000 występuje w oddaleniu około 780 m.

W związku z tym roboty geologiczne nie spowodują żadnych chwilowych lub trwałych zmian w funkcjonowaniu kluczowych czynników ekologicznych warunkujących trwałość siedlisk przyrodniczych. Zakres prac związanych z realizacją inwestycji nie wpłynie na pogorszenie siedlisk, a także na gatunki, dla których zostały wyznaczone obszary Natura 2000, nie zredukuje obszaru występowania kluczowych gatunków i nie zredukuje liczebności kluczowych gatunków i nie naruszy równowagi pomiędzy kluczowymi gatunkami, dla których wyznaczono sieć obszarów Natura 2000. Prace objęte projektem robót geologicznych nie zmniejszą różnorodności obszarów Natura 2000, nie spowodują zaburzeń, które wpłynęłyby na wielkość populacji, zagęszczenie lub równowagę pomiędzy kluczowymi gatunkami dla których utworzono obszary Natura 2000 oraz nie spowodowały ich fragmentacji.

5.4. Przedsięwzięcia konieczne ze względu na ochronę środowiska

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

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

Oddziaływanie na powierzchnię ziemi

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

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

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

Należy dołożyć wszelkich starań, aby w trakcie realizacji robót geologicznych nie dopuścić do wycieku substancji niebezpiecznych do ziemi. W przypadku zaistnienia

sytuacji awaryjnych np. niekontrolowanego wycieku paliwa, należy jak najszybciej wezwać specjalistyczną jednostkę ratownictwa chemicznego Straży Pożarnej.

Oddziaływanie na wody podziemne i powierzchniowe

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

- stosowane będą odpowiednie urządzenia i technologie w celu ograniczenia powstawania nadmiernej ilości zanieczyszczonych wód opadowych i ścieków,
- przewiduje się, że zanieczyszczone wody opadowe i potencjalne ścieki przemysłowe ujęte będą do metalowych zbiorników i sukcesywnie wywożone do uprawnionego odbiorcy, a w razie konieczności będą oczyszczane na terenie wiertni,
- przechowywanie materiałów płuczkowych odbywać się będzie w specjalnie do tego celu przystosowanych magazynach lub odpowiednio przygotowanych miejscach eliminując możliwość wypłukania przez opady atmosferyczne,
- przewiercane horyzonty wodonośne zostaną całkowicie zabezpieczone poprzez rurowanie i cementowanie przestrzeni pierścieniowej,
- pompowania pomiarowe projektowanego otworu i jego próbna eksploatacja nie powinna spowodować obniżenia zwierciadła wody w pobliskich ujęciach wód podziemnych,
- ścieki socjalno-bytowe magazynowane będą w szczelnych bezodpływowych zbiornikach i sukcesywnie wywożone przez odbiorcę, który posiada odpowiednie zezwolenie.

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

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

Oddziaływanie na klimat akustyczny

Projektowane prace wiertnicze związane z wykonaniem otworu Wiśniowa GT-1 będą wywierać ujemny wpływ na klimat akustyczny, przy czym wpływy te będą miały charakter okresowy i ograniczony. Źródłem hałasu będzie praca silników urządzenia wiertniczego, pomp płuczkowych, generatorów, a także funkcjonowanie bazy wiertniczej. Podczas prowadzenia prac wiertniczych tj. przez okres około 12 miesięcy, należy zakładać pracę urządzenia wiertniczego, a tym samym powstawanie hałasu, przez 24 godziny na dobę. Na podstawie rzeczywistych pomiarów natężenia hałasu wokół urządzenia wiertniczego o mocy silników napędowych: wyciągu wiertniczego, pomp płuczkowych, agregatu prądotwórczego, podobnych do urządzenia planowanego do zastosowania przy prowadzeniu prac wiertniczych stwierdzono, że poziom dźwięku pomierzony przy poszczególnych źródłach hałasu wynosił: dla silnika wiertnicy – 87 dB (A), dla silnika pompy płuczkowej – 98 dB (A) oraz dla agregatu prądotwórczego – 85 dB (A). Rozkład izolinii dźwięku wokół typowego otworu wiertniczego wykazał poziom dźwięku 55 dB (A) w odległości 100 - 120 m od źródła dźwięku, około 47 dB (A) w odległości około 150 - 200 m od źródła oraz około 36 dB (A) w odległości do około 300 m od źródła. Przy podanej lokalizacji projektowanego otworu przewiduje się, że nie będzie znaczącego, negatywnego wpływu planowanych prac wiertniczych na środowisko, w szczególności negatywnego oddziaływania hałasu.

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

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

Oddziaływanie na powietrze

Projektowane prace wiertnicze, związane z wykonaniem otworu Wiśniowa GT-1 będą wywierać niewielki ujemny wpływ na powietrze. Oddziaływanie planowanych prac na powietrze atmosferyczne będzie miało charakter okresowy, ograniczony do około 12 miesięcy. W tym czasie ciągła praca urządzenia wiertniczego i pomp płuczkowych

napędzanych silnikami spalinowymi może powodować emisję do atmosfery zanieczyszczeń gazowych, wśród których dominują tlenki azotu i dwutlenek siarki. Zasięg negatywnego oddziaływania na atmosferę wynosi maks. do 300 m od źródła emisji.

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

Wzrost emisji niezorganizowanej – podwyższone stężenie dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłu zawieszonego, może mieć miejsce jedynie w najbliższym otoczeniu placu wokół otworu i nie spowoduje ponadnormatywnych stężeń zanieczyszczeń w powietrzu poza terenem przedsięwzięcia. W trakcie prowadzenia wiercenia wystąpią jedynie źródła emisji niezorganizowanej. Nie są one objęte uregulowaniami prawnymi ujętymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. 2012, poz. 1031 z późn. zm.).

Gospodarka odpadami

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

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

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

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 Wiśniowa GT-1 zostanie sporządzona inna dokumentacja geologiczna zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2020 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych (Dz.U. 2020, poz. 2449).

WNIOSKI I ZALECENIA

1. W ramach projektowanych robót geologicznych zakłada się odwiercenie otworu Wiśniowa GT-1 do głębokości 4705 m (+/-10%) oraz wykonanie testów hydrogeologicznych.
2. Celem projektowanych robót geologicznych jest:
 - rozpoznanie występowania i wykształcenia utworów jury górnej oraz kredy dolnej (warstwy spaskie),
 - wykonanie badań hydrogeologicznych mających na celu określenie wydajności, mineralizacji i temperatury wód termalnych,
 - określenie własności fizyko-chemicznych ujętego poziomu wodonośnego.
3. Po wykonanych badaniach hydrogeologicznych w przypadku uzyskania małej sprawności otworu, zakłada się wykonanie dalszych prac intensyfikacyjnych zmierzających do oczyszczenia strefy przyodwiertowej i zwiększenie wydajności eksploatacyjnej np. wanna kwasowa.
4. Wszelkie prace wiertnicze i badawcze będą odbywały się pod dozorem i nadzorem geologicznym oraz zgodnie z obowiązującymi przepisami.
5. Po zakończeniu prac terenowych opracowana zostanie dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wód termalnych podlegająca zatwierdzeniu przez Marszałka Województwa Podkarpackiego.
6. Wnioskuje się o zatwierdzenie projektu robót geologicznych na okres 60 miesięcy licząc od daty jego zatwierdzenia.

SPIS LITERATURY

1. Barbacki A., Bujakowski W., Pająk L., Tomaszewska B., Kasztelewicz A., Skrzypczak R, Herman Z., Hajto M., Capik M. 2013 - Możliwości wykorzystania istniejących otworów wiertniczych do celów eksploatacji wód geotermalnych w rejonie Karpat wschodnich. [W] Górecki (red.), 2013. Atlas geotermalny Karpat wschodnich.
2. Birkemajer-Szymakowska F., Jasionowicz J., Wójcik A., 2009, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski arkusz Frysztak.
3. Borys Z., Cisek B., Czernicki J., 1989 – Nowe perspektywy poszukiwań złóż węglowodorów w piaskowcach dolnej kredy jednostki skolskiej w Karpatach. Nafta, 1012: 142-147.
4. Chowaniec J., Witek K., 1998, Mapa Hydrogeologiczna Polski arkusz Frysztak.
5. Chowaniec J., 2004 — Wody podziemne wschodniej części Karpat i zapadliska przedkarpackiego oraz ich ochrona. LXXV Zjazd Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Iwonicz Zdrój, 22–25 września 2004 r. Jasło, Kraków, 79–91.
6. Chowaniec J., Górka A., 2009 — Ocena możliwości rozwoju geotermii na Podkarpaciu. Materiały konferencji naukowo-technicznej nt. „Wiercenia geotermalne – nowe technologie wiercenia i udostępniania wód geotermalnych, oraz perspektywy wykorzystania energii geotermalnej w świetle polityki energetycznej kraju”. Krasieczyn, 14–16 października 2009 r.
7. Dominikiewicz M., 1951 – Wody mineralne Polski. Warszawa. 1-614.
8. Dowgiałło J., 2002 - Ocena zasobów dyspozycyjnych wód leczniczych i potencjalnie leczniczych: poradnik metodyczny: (red. Bronisława Paczyńskiego; zesp. aut. Jan Dowgiałło i in.), PIG, Warszawa.
9. Gonet A., Śliwa T., Jezuit Z., Sapińska-Śliwa A., Knez D., 2010 – Koncepcja wykorzystania odwiertów naftowych w Karpatach. Wiertnictwo Nafta-Gaz. 27, 4: 773-780.
10. Górecki W. (red.): Atlas wód geotermalnych Niżu Polskiego. ISEAGH, Kraków 1990.

11. Górecki W. (red.): Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim. AGH, Kraków 2006.
12. Górecki W. (red.), i in., 2012 - Atlas geotermalny zapadliska przedkarpackiego, Wydawnictwa AGH, KSE
13. Górecki W. (red.), i in., 2013 - Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat wschodnich, Wydawnictwa AGH, KSE, Kraków
14. Górecki W., Hajto M., Sowizdzał A., Kotyza J., 2015 – Wstępna ocena możliwości pozyskania i wykorzystania wód termalnych w rejonie Wiśniowej. Towarzystwo Geosynoptyków GEOS, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Katedra Surowców Energetycznych WGGiOŚ, Kraków.
15. Kawulak M., M. Nieć, 2006, Mapa Geośrodowiskowa Polski arkusz Frysztak.
16. Hajto, Szewczyk, 2013 – Analiza termiczna Karpat wschodnich. [W:] Górecki W. (red.) i in., 2013 - Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat wschodnich, Wydawnictwa AGH, KSE, Kraków.
17. Gucik S., 1963 – Profil kredy dolnej z Bełwina w Karpatach przemyskich. Kwartalnik Geologiczny, 7: 257-268.
18. Gucik S., Morgiel J., 1985 – Lito- i biostratygrafia formacji rybotyckiej (fm) (formacji z Rybotycz) jednostki skolskiej. Arch. PIG, Kraków.
19. Gucik S., Wójcik A., 1982 – Objasnienia do mapy geologicznej Polski, 1: 200 000. Arkusz Przemyśl, Kalników. Wyd. Geol. Warszawa. 1-91.
20. Jankowski L., Kopciowski R., Ryłko W., 2004 — Geological Map of the Outer Carpathians: Borderlands of Poland, Ukraine and Slovakia (1:200 000). Wydawnictwo Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa.
21. Kochański J.W., 2002 – Balneologia i hydroterapia. Wyd. AWF, Wrocław.
22. Kondracki J.: Geografia regionalna Polski. Wydawnictwa Naukowe PWN Warszawa 2011.
23. Koszarski L., Żytko K., 1961 – Łupki jasielskie w serii menilitowo-krośnieńskiej w Karpatach Środkowych, Biuletyn Instytutu Geologicznego, Warszawa. 7, 166.
24. Kotlarczyk J. (red.), 1988b – Karpaty przemyskie. Przewodnik LIX Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego: 1-298.
25. Kotlarczyk J., 1978 – Stratygrafia formacji z Ropianki (fm), czyli warstw inoceramowych w jednostce skolskiej Karpat fliszowych. Prace Geologiczne Oddziału PAN. Kraków, 108: 1-82.

26. Kotlarczyk J., 1988a – Geologia Karpat przemyskich – „Szkic do portretu”. Przegląd Geologiczny, 36, 6: 325-333.
27. Kropaczek B., 1917 – Drobne przyczynki do geologii północnych Karpat Środkowej Galicji. Spraw. Kom. Fizj. Ak. Um., 51.
28. Książkiewicz M., 1972 – Budowa geologiczna Polski. IV – Tektonika, 3-Karpaty. Wyd. Geol. Warszawa, 228: 1-228 Kulma R., 1995 - Podstawy obliczeń filtracji wód podziemnych. AGH, Kraków.
29. Kuśmierek J. et al., 1991-94 – Bilans zasobów węglowodorów basenu centralnokarpackiego. Projekt badawczy nr 9 0427 91 01, finansowany przez KBN, Warszawa, 1-105.
30. Kuśmierek J., Baran U., 2013 – Analiza rozwoju geologicznego wschodniej części Karpat polskich i ich podłoża.
31. Kuśmierek J., Semyrka R., 2003 – Zmienność cech zbiornikowych przestrzeni porowo-szczelinowej piaskowców karpackich i ich kwalifikacja naftowa. Przegląd Geologiczny, 51(9): 732-743.
32. Machowski G., Kuśmierek J., 2008 — Wpływ zeszczelinowania na ropogazoność mikroporowych piaskowców fliszowych. Kwartalnik AGH Geologia, t. 34, z. 3, 385–403.
33. Machowski i in., 2013 - Ocena możliwości pracy dubletu geotermalnego na strukturze Wiśniowej koło Strzyżowa, jako wynik modelowań dynamicznych. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2/2013.
34. Macioszczyk A., 1987 - Hydrogeochemia. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
35. Malata T., 1994 – Budowa geologiczna wewnętrznej części jednostki skolskiej między Tyrawą Wołoską a Wańkową. Biuletyn PIG. 369.
36. Menčík E., Dvorak J., Stranik Z., Rakuš M., Matejovska O., 1989 – Geological Map of the Western Outer Carpathians and their foreland without Quaternary formations, [In:] Poprawa D., Nemčok J., (eds.) Geological Atlas of the Western Carpathians and their Foreland. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, Poland.
37. Orłowski S., 1975 – Lower Cambrian Trilobites from Upper Silesia (Goczałkowice borehole). Acta Geol. Pol., 25, 3: 377-383.
38. Paczyński B. (red.), 1996 - Ustalanie dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych : poradnik metodyczny. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i

- Leśnictwa. Komisja Dokumentacji Hydrogeologicznych, Warszawa : Wydawnictwo TRIO.
39. Paczyński B. (red.), 1996 - Wody mineralne i lecznicze Polski PIG Warszawa.
40. Paul K. M., Tietze E., 1877 – Studien in der Sandsteinzone der Karpathen. Jahrb. Geol. Reichsanst. XXVII, Wien. 33-130.
41. Pazdro Z.: Hydrogeologia ogólna. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1977.
42. Plewa S., 1994a – Parametry geotermalne na obszarze Polski. Wyd. CPPGSMiE PAN. Kraków.
43. Plewa S., 1994b – Rozkład parametrów geotermalnych na obszarze Polski. Wyd. CPPGSMiE PAN.
44. Portier S.: “Review of chemical stimulation techniques and results of acid injection”, EHDRA 2006.
45. Rajchel J., 1990 – Litostratygrafia utworów górnego paleocenu i eocenu jednostki skolskiej. Zeszyty Naukowe AGH, Geologia, 48: 1-100.
46. Rajchel L., 2000 – Źródła wód siarczkowych w Karpatach polskich. Kwartalnik AGH, Geologia, 26: 309-373.
47. Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2020 poz. 10)
48. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 9 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących przechowywania i używania środków strzałowych i sprzętu strzałowego w ruchu zakładu górniczego (Dz.U. 2017 poz. 321)
49. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. Nr 288, poz. 1696 z późn. zm.).
50. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz.U. 2017, poz. 2075.),
51. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 maja 2014 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016, poz. 2033).
52. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 21 listopada 2015 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2019, poz. 1839).
53. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 23 grudnia 2020 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych (Dz.U. 2020 poz. 2449)

54. Stupnicka E.: Geologia regionalna Polski. Wyd. UW 1997.
55. Such P., Leśniak G., 2008 — Nowe spojrzenie na właściwości zbiornikowe i filtracyjne piaskowców karpackich. Kwartalnik AGH Geologia t. 34, z. 3, 423–444.
56. Szczygieł M., Kuśmierek J., 2008 – Charakterystyka parametrów zbiornikowych. piaskowców kliwskich w roponośnej strefie wewnętrznego synklinorium płaszczowiny skolskiej. Prace Instytutu Nafty i Gazu, 150: 251-254.
57. Szmytówna M. (red.), 1970 – Balneochemia. Chemia wód mineralnych i peloidów w Polsce. PZWL, Warszawa. 1-216.
58. Tomaszewska B., 2012 - Uwarunkowania prawne oraz koncesje na wydobywanie wód termalnych [W]: Górecki (red.) i in., 2012, Atlas geotermalny zapadliska Przedkarpackiego.
59. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2020, poz. 1064).
60. Ustawa o ochronie przyrody z dnia 21 września 2015 r. (Dz. U. 2020, poz. 55).
61. Ustawa z dnia 9 lutego 2016 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. 2020, poz. 283).
62. Witczak S., Adamczyk A., 1994 – Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. 2. Biblioteka Monitoringu Środowiska, PIOŚ., Warszawa. I: 1-111, II: 1-579.
63. Żytko K. (red.), 1973 – Przewodnik geologiczny „Po wschodnich Karpatach fliszowych”. Wyd. Geol. Warszawa. 1-222.
64. Żytko K., Gucik S., Oszczytko N., Zajac R., Garlicka I., Nemčok J., Eliaš M., Menčík E., Dvorak J., Stranik Z., Rakuš M., Matejovska O., 1989 – Geological Map of the Western Outer Carpathians and their foreland without Quaternary formations, [In:] Poprawa D., Nemčok J., (eds.) Geological Atlas of the Western Carpathians and their Foreland. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, Poland.