

5.7. Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych

Projektowany otwór Białka Tatrzańska GT-3 wykonywany będzie w obrębie obszaru bilansowego K04 Dunajec o powierzchni 4835,27 km². Zasoby dyspozycyjne dla całego tego obszaru bilansowego, według stanu na 31.12.2021, wynoszą 422281 m³/d (<https://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>).

Dla obszaru bilansowego sporządzona została dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych obszaru bilansowego zlewni Dunajca i zlewni Czarnej Orawy, która została zatwierdzona 27 kwietnia 2018 na mocy decyzji DGK-II.4731.8.2017.MJe. Zasoby dyspozycyjne określone w tej dokumentacji wynoszą 444582,1 m³/d (<http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>).

6. MOŻLIWOŚCI OSIĄGNIĘCIA CELU ROBÓT GEOLOGICZNYCH

6.1. Uzasadnienie lokalizacji oraz rodzaju projektowanego otworu

W ramach niniejszego projektu robót geologicznych, sporządzonego w celu oceny rozpoznanie warunków hydrogeologicznych złoża oraz możliwości chłonnych ujęcia wód termalnych z triasowych utworów jednostki Białki Tatrzańskiej, zakłada się wykonanie otworu badawczo-eksploatacyjnego Białka Tatrzańska GT-3.

Badania sejsmiczne 2D wykonane w 2018 w rejonie obszaru górniczego „Białka” pozwoliły na określenie optymalnej głębokości oraz trajektorii dla otworu Białka Tatrzańska GT-2. Profil sejsmiczny SW-NE (Fig. 3) przechodzący przez otwór Białka Tatrzańska GT-1 wskazał, że łuski triasowe jednostki Białki Tatrzańskiej wyklinowują się w kierunku południowo-zachodnim (Sito i in., 2018, interpretacja J. Wieczorek).

W otworze Białka Tatrzańska GT-2 do głębokości 1420,0 m kąt odchylenia otworu nie przekracza 10°. Poniżej kąt wzrasta, osiągając w dolnej części wartości w granicach 20 – 23°. Odchylenie otworu od pionu na głębokości 2928,0 m wynosi 557,74 m przy azymucie kąta odchylenia 350,45°. Głębokość rzeczywista (TVD) ostatniego punktu pomiarowego po uwzględnieniu krzywizny wynosi 2824,96 m (Kukuła i in., 2022).

Otwór Białka Tatrzańska GT-3 planuje się odwiercić do głębokości mierzonej 3278,27 m MD i głębokości pionowej 3000,0 m TVD jako otwór kierunkowy w azymucie 80° (ENE) z inklinacją 32° w trajektorii otworu J i planowanym odejściu w poziomie 1000 m (Fig. 9).

Cel geologiczny zostanie w pełni zrealizowany jeżeli otwór Białka Tatrzańska GT-3 spełni następujące warunki: wydajność/chłonność około 200 m³/h, temperatura na wypływie 80°C oraz mineralizacja 3,3 g/dm³.

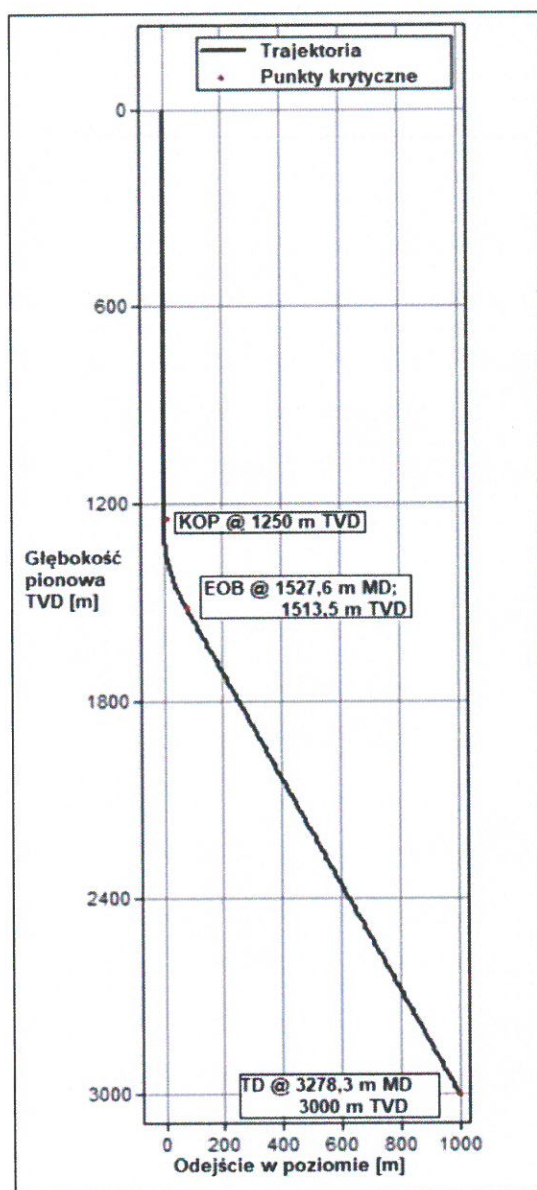


Fig. 9. Projektowana trajektoria otworu Białka Tatrzańska GT-3 (opracowanie własne).

Projekt odwiertu chłonnego ma uwzględniać zapotrzebowanie na wydajności około $200 \text{ m}^3/\text{h}$ i temperaturę około 80°C . Odwiert zaplanowano z placu bliskiego otworowi Białka Tatrzańska GT-1. Taki stan rzeczy przy obecnym stanie rozpoznania struktury geologicznej w rejonie Białki Tatrzańskiej, tzn. otwory Białka Tatrzańska GT-1, Białka Tatrzańska GT-2, profile sejsmiczne, determinuje zaplanowanie wykonania odwiertu kierunkowego skierowanego na wschód. W kierunku południowym i na zachód można się bowiem spodziewać wyklinowania jednostek Białki Tatrzańskiej stanowiących kolektor geotermalny, a kierunek N nie zapewnia należytej odległości otworu chłonnego od eksploatacyjnego. Można przypuszczać, że jednostki Białki Tatrzańskiej rozciągają się w kierunku północno-wschodnim i w tym kierunku następuje zwiększenie miąższości wodonośnego kompleksu triasowego. Konieczność utrzymania należytej

odległości od odwiertu eksploatacyjnego (tj. na poziomie wejścia w strop kolektora geotermalnego) skłania do wyznaczenia azymutu kierunku około 80°C. Nie wiadomo jednak czy przypuszczalny kolektor geotermalny w tej strefie podściela jednostka Bańskiej czyli jednostka uszczelniająca kolektor (margle kredy). Jednostka ta nawiercona w otworze Białka Tatrzańska GT-1 (o nieznanej miąższości) może się w kierunku wschodnim wyklinowywać, ale niejednoznaczny obraz z badań sejsmicznych 2 D na to nie wskazuje.

Nie można wykluczyć, że zamiast jednostki Bańskiej zostanie nawiercona inna jednostka, być może mające cechy kolektora geotermalnego. Niemniej jednak wymaga to sprawdzenia, dlatego należy zaplanować przewiercenie kompleksów skalnych co najmniej do głębokości 3000 m. Podścielanie przez inną jednostkę, o być może kolektorskich własnościach, byłoby korzystniejsze dla projektu Białka Tatrzańska GT-3. Dla lepszego poznania struktury geologicznej na wschód od strefy uskokowej Białki konieczne są badania sejsmiczne. Odwiert skierowany ku wschodowi może przewiercić prawdopodobną strefę uskokową ciągnącą się wzdłuż doliny Białki (powierzchniowe badania geologiczne, słabe trzęsienia ziemi), ale jej precyzyjne usytuowanie (może być oddalona jakieś 200 m od doliny na wschód) i parametry nie są udokumentowane archiwalnymi badaniami wgłębnymi. Prawdopodobnie blok na wschód od uskoku Białki jest wyraźnie podniesiony (około 200 m) stąd jest możliwe wejście otworu w strop kolektora na mniejszej głębokości niż w otworze Białka Tatrzańska GT-1 (około 2200 m). Gdyby uskok był oddalony o około 200 m od Doliny Białki, wówczas wejście w strop kolektora mogłoby mieć miejsce na głębokości. około 2400 m.

6.2. Przewidywany profil geologiczny otworu Białka Tatrzańska GT-3

Przewidywany profil litologiczno-stratygraficzny otworu badawczo-eksploatacyjnego Białka Tatrzańska GT-3 obejmuje utwory czwartorzędu, paleogenu i triasu (Tab. 4). Natomiast projektowana mierzona głębokość końcowa otworu Białka Tatrzańska GT-3 to 3278,27 m MD ($\pm 10\%$), a głębokość pionowa to 3000,00 m TVD.

Z uwagi na skomplikowaną budowę geologiczną omawianego obszaru oraz trudności w korelowaniu konkretnych jednostek tektonicznych opisanych na powierzchni masywu tatrzańskiego z jednostkami, które można wyodrębnić na podstawie obrazu sejsmicznego oraz w profilach otworów wiertniczych, przedstawiony profil geologiczny podłoża może się różnić od rzeczywistego. Z tego względu dopuszcza się możliwość wprowadzenia zmian w konstrukcji projektowanego otworu, w zależności od napotkanych warunków geologicznych (według decyzji geologa nadzoru).

Głębokość MD / TVD [m p.p.t.] Miąższość [m TVD]	Chronostratygrafia	Litostratygrafia		Tektonostratygrafia	Opis litologiczny
0 –10 / 0–10 (10)	Czwarto- rzęd	-		-	Gliny ilaste, brunatno-szare
10–1200 / 10–1200 (1100)	Paleogen	flisz podhalański	warstwy zakopiań- skie	-	Naprzemianległe piaskowce i łupki
1200–2336,5 / 1200–2200 (1000)			warstwy szaflarskie		Ciemne łupki, rozsypliwe piaskowce, w spągu wkładki zlepieńców
2336,5–2418,7 / 2200–2270 (70)	Trias środkowy	PODŁOŻE MEZOZOICZNE		jednostki Białki Tatrzańskiej (jako dwie łuski tektoniczne)	Kompleks wapieni i dolomitów
2418,7–2454,4 / 2270-2300 (30)	Kajper				Pakiet czerwonych ilów
2454,4–2689,5 / 2300-2500 (200)	Trias środkowy				Kompleks wapieni i dolomitów
2500,0-2700,0 2689,5–2925,4 (200)	Kreda?			Jednostka Bańskiej (?)	Kompleks ciemnych margli z wkładkami piaskowców
2700,0-3000,0 2925,34–3278,3 (300)	Trias?			Jednostka kriżniańska ?	Kompleksy wapieni i dolomitów ?
Głębokość końcowa otworu: 3278,27 m MD; 3000,0 TVD					

Tab. 4. Projektowany profil litologiczno-stratygraficzny otworu Białka Tatrzańska GT-3.

Dopuszcza się możliwość wprowadzenia zmian w konstrukcji projektowanego otworu oraz interwałach zalegania interwałów perspektywicznych w zależności od stwierdzonego profilu geologicznego.

6.3. Przewidywana konstrukcja otworu Białka Tatrzańska GT-3

Konstrukcja otworu badawczo-eksploatacyjnego Białka Tatrzańska GT-3 z uwzględnieniem przewidywanych warunków geologiczno-złożowych została przedstawiona i opisana poniżej (Tab. 5). Projekt geologiczno-techniczny otworu został zamieszczony w załączniku 7.

Kolumny rur okładzinowych	Interwał zarurowania od-do [m]	Sposób zacementowania
Wstępna – Ø 24 1/2"	0-20,0	do wierzchu
Prowadnikowa – Ø 18 5/8"	0-300,0	do wierzchu
Techniczna I – Ø 13 3/8"	0-1200,0	do wierzchu
Techniczna II – Ø 9 5/8"	1150,0-2336,5 m MD 1150,0-2200,0 m TVD	kolumna na wieszaku 9 5/8" x 13 3/8" z pakierem, cementowana na zakładkę 50 m z kolumną rur 13 3/8"
Kolumna eksploatacyjna – Ø 7"	ok. 2286,5-3278,3 m MD ok. 2158,5-3000,0 m TVD	kolumna na wieszaku 9 5/8" x 7" z pakierem, rury filtrowe 6 5/8", filtry typu Johnson lub filtr szczelinowy lub rury perforowane o pow. perforacji wynoszącej ok. 15 % powierzchni rury lub otwór bosy

Tab. 5. Projektowana konstrukcja otworu Białka Tatrzańska GT-3.

Artezyjski charakter zbiornika wód termalnych wymusza zastosowanie zestawu głowic przeciwerupcyjnych podczas wiercenia otworu Białka Tatrzańska GT-3. Wiercenie otworu będzie prowadzone przy użyciu płuczki bentonitowej, potasowo-polimerowej i beziłowej na różnych etapach prowadzonych prac.

Kolumna wstępna 24 1/2" będzie zabezpieczać wylot otworu w strefie występowania utworów czwartorzędowych oraz zwietrzałych i spękanych utworów stropowej części fliszu podhalańskiego. Wiercenie odbywać się będzie świdrem gryzowym o odpowiednio dobranej średnicy z zastosowaniem płuczki bentonitowej o ciężarze 1,05 – 1,25 G/cm³. Kolumna zostanie zacementowana do wierzchu.

Kolumna prowadnikowa 18 5/8" zabezpiecza ściany otworu w górnej strefie spękanych i zwietrzałych utworów fliszowych warstw zakopiańskich oraz umożliwi nadanie kierunku otworowi oraz odizoluje od trzeciorzędowego poziomu wodonośnego. Rury okładzinowe zostaną posadowione na głębokości 300 m i zacementowane do wierzchu. Wiercenie pod kolumnę prowadnikową będzie odbywać się świdrem PDC o średnicy 23" przy użyciu płuczki polimerowej o ciężarze 1,10 – 1,70 G/cm³.

Zadaniem pierwszej kolumny technicznej 13 3/8" będzie zabezpieczenie ścian otworu, odizolowanie poziomów wodonośnych, utrzymanie właściwego, pionowego kierunku otworu.

Na pierwszej kolumnie technicznej zostanie zainstalowany zestawu głowic przeciwerupcyjnych, zabezpieczających przed ewentualnym dopływem medium złożowego do otworu (woda termalna). Uzbrojenie wylotu otworu zostanie dobrane odpowiednio do przewidywanych w otworze zagrożeń naturalnych ale musi obejmować co najmniej prewenter uniwersalny i dwa prewentery szufladowe ze szczekami na przewód i z pełnym zamknięciem. Kolumna przewodnikowa zostanie posadowiona w stropie warstw szaflarskich na głębokości około 1200 m i zacementowana do wierzchu. Kolumna ta będzie pełnić również funkcję komory pompowej, w której umieszczona może zostać pompa wgłębna do próbnych pompowań i eksploatacji poziomu wód termalnych. Wiercenie sekcji otworu pod pierwszą kolumnę techniczną odbędzie się poprzez zastosowanie świrdrów PDC o średnicy 17 1/2" oraz płuczki polimerowej o gęstości 1,10 – 1,70 G/cm³. Z uwagi na bliską lokalizację otworów Białka Tatrzańska GT-1 i Białka Tatrzańska GT-2 sekcja będzie wykonywana z zastosowaniem silnika wgłębnego dla pełnej kontroli trajektorii otworu (Fig. 7).

Kolumna techniczna 9 5/8" będzie drugą kolumną techniczną zawieszoną na wieszaku liner 'a posadowiona w utworach mezozoicznych podłoża niecki podhalańskiej tzn. w stropie jednostki Białki Tatrzańskiej, na projektowanej głębokości 2336 m MD (2200 m TVD), a następnie zacementowana na zakładkę 50 m z kolumną rur 13 3/8". Zadaniem kolumny będzie odizolowanie fliszowych poziomów wodonośnych oraz zabezpieczenie ścian otworu przed rozpoczęciem wiercenia sekcji złożowej 8 1/2". Sekcja 12 1/4" ujmowana kolumną techniczną 9 5/8" będzie wiercona świdrami PDC z użyciem płuczki polimerowej o gęstości 1,10 – 1,70 G/cm³. W sekcji 12 1/4" na głębokości około 1250 m TVD przewiduje się początek krzywienia otworu. Sekcja będzie wiercona z zastosowaniem silnika wgłębnego oraz urządzenia MWD w celu zapewnienia właściwej trajektorii otworu.

Zakłada się budowanie kąta z maksymalną intensywnością nie większą niż 3,5°/30 m, aż do osiągnięcia inklinacji 32° na głębokości 1527,6 m MD (1513,5 m TVD). Interwał otworu 1527,6 – 3278,3 m MD będzie wiercony ze stałą inklinacją wynoszącą 31,89° oraz azymutem 80°. Maksymalne odejście od pionu spodziewane jest w głębokości końcowej otworu i wyniesie około 1000 m (Fig. 9).

Dowiercanie do stropu jednostek mezozoicznych należy prowadzić pod ścisłą kontrolą dozoru geologicznego oraz w uzgodnieniu z geologiem nadzoru.

Sekcja złożowa otworu Białka Tatrzańska GT-3 będzie wiercona świdrami i koronkami rdzeniowymi PDC o średnicy 8 1/2". W tej sekcji projektuje się pobranie rdzeni wiertniczych. Interwały opróbowania zostaną wybrane w oparciu o obserwacje geologiczne i wiertnicze tzn. w oparciu o litologię próbek okruchowych, obserwacje spękań w rdzeniach oraz zwłaszcza bilans płuczki wiertniczej w trakcie wiercenia. Wiercenie sekcji złożowej należy prowadzić

z wykorzystaniem płuczki beziłowej o gęstości $1,10 - 1,70 \text{ G/cm}^3$. W przypadku obserwacji zaników w trakcie wiercenia należy stosować blokatory. Sekcja $8 \frac{1}{2}"$ będzie również wiercona z użyciem silnika wgłębnego, zgodnie z założoną trajektorią otworu (Fig. 9). Wiercenie otworu zostanie zakończone w utworach jednostki Białki Tatrzańskiej lub w stropie utworów jednostki Bańskiej na projektowanej głębokości $3278,3 \text{ m MD} \pm 10\%$ (3000 m TVD).

Po osiągnięciu głębokości końcowej zostaną wykonane w otworze końcowe badania geofizyczne. Po zakończonym profilowaniu geofizycznym oraz określeniu perspektywicznych stref wodonośnych otwór zostanie zafiltrowany kolumną filtrową o średnicy $7"$. Przewiduje się posadowienie kolumny filtrowej na głębokości około 2286 m MD , jednak głębokość ta będzie uzależniona od rozmieszczenia poziomów wodonośnych w profilu otworu. Kolumna filtrowa poprzez łącznik dielektryczny zostanie zawieszona na wieszaku i uszczelniona pakerem. Konstrukcja i długość kolumny, a zwłaszcza długość części czynnej filtrów zostaną ustalone w projekcie technicznym po odwierceniu sekcji złożowej. W oparciu o profil geologiczny otworu i pomiary geofizyki wiertniczej planuje się wykonać opcjonalnie pomiary *Production Log*. Wstępnie przewiduje się zastosowanie filtrów typu Johnson lub filtrów szczelinowych lub rur perforowanych. Perforacja, w formie otworów o średnicy $12-16 \text{ mm}$, obejmie minimum 15% powierzchni całkowitej rury.

Ostateczna konstrukcja otworu zależeć będzie od decyzji nadzoru geologicznego podjętej z uwzględnieniem stwierdzonych w otworze warunków geologiczno-złożowych.

Kolumna wstępna $24 \frac{1}{2}"$ i kolumna wstępna $18 \frac{5}{8}"$ powinny być wykonane ze stali, o jakości co najmniej K-55 lub J-55 i grubości ścianki nie niższej niż 10 mm . Rury okładzinowe pierwszej kolumny przewodnikowej $13 \frac{3}{8}"$ oraz drugiej kolumny technicznej $9 \frac{5}{8}"$ powinny być wykonane ze stali, w jakości nie niższej niż N80 i grubości ścianki nie niższej niż 10 mm , natomiast kolumna filtrowa powinna być wykonana ze stali nierdzewnej, w jakości nie gorszej niż AISI 316L.

Zastrzega się możliwość zmian głębokości poszczególnych sekcji w zależności od warunków geologicznych oraz głębokości końcowej projektowanego otworu w przypadku innej niż zakładano głębokości zalegania poziomów wodonośnych przewidzianych do ujęcia. Decyzję o zmianie głębokości powinien podjąć geolog nadzorujący wiercenie. Nie uzyskanie zakładanych parametrów złożowych do głębokości $3278,3 \text{ m MD} \pm 10\%$ (3000 m TVD) będzie podstawą do podjęcia decyzji o zakończeniu prac na tym etapie wiercenia. W przypadku podjęcia przez Inwestora decyzji o przystąpieniu do prac związanych z pogłębieniem otworu należy je realizować w oparciu o zatwierdzony dodatek do niniejszego projektu.

Konstrukcja otworu wiertniczego Białka Tatrzańska GT-3 została dobrana w taki sposób, aby zapewnić bezpieczeństwo prowadzonych robót oraz ochronę środowiska, a w szczególności ochronę wód podziemnych i leczniczych.

6.4. Płyny wiertnicze

Rodzaj, skład i parametry zastosowanych płynów wiertniczych powinny być dobrane przez serwis płuczki. W szczególności należy mieć na uwadze:

- odpowiednio dobrany do przewiercanego profilu litologicznego ciężar właściwy płuczki, która stanowi najważniejsze zabezpieczenie przeciwerupcyjne,
- ciężar właściwy musi być tak dobrany, aby płuczka zapewniała wystarczające przeciwciśnienie na medium i ściany otworu,
- występowanie stref chłonnych w profilu otworu, stwarzających ryzyko uciezek płuczki i przychwycenia przewodu wiertniczego (strefy tektoniczne - utwory silnie spękane),
- ryzyko sypania, klejenia, zaciskania ścian otworu (zwłaszcza interwały iłowcowe, mułowcowe, strefy tektoniczne),
- zapewnienie ochrony przewiercanych poziomów wodonośnych, poprzez rurowanie, przed zanieczyszczeniem płynami wiertniczymi i możliwością wzajemnej kontaminacji różnych poziomów wodonośnych.

W przypadku wystąpienia komplikacji w otworze przewidziana jest możliwość zmiany parametrów płuczki w stosunku do zakładanych wartości (Zał. 7.).

6.5. Sposób zamykania horyzontów wodonośnych

W przewidywanym profilu geologicznym otworu Białka Tatrzańska GT-3 zamykanie horyzontów wodonośnych w otworze odbywać się będzie poprzez zapuszczanie oraz cementację następujących rur okładzinowych:

- poziom wód słodkich w obrębie utworów czwartorzędowych i stropowej części warstw zakopiańskich kolumną wstępną rur 18 5/8",
- potencjalne poziomy wodonośne w obrębie fliszu podhalańskiego kolumną rur 13 3/8" oraz 9 5/8".

Kolumna techniczna rur 9 5/8" zostanie posadowiona w stropie utworów węglanowych triasu, która charakteryzuje się chłonnością, co wymusza konieczność zastosowania zaczynu cementowego o ciężarze minimalizującym ryzyko uciezek podczas zabiegu cementacji.

Projekty techniczne zabiegów cementowania kolumn rur okładzinowych zostaną opracowane z uwzględnieniem rzeczywistego profilu geologicznego otworu. Obliczenia

projektowe oraz wymaganą objętość zaczynu cementowego należy skorygować po odwierceniu sekcji, na podstawie wyników profilowania średnicy otworu.

Szczelność zacementowania rur okładzinowych zostanie sprawdzona pomiarami geofizycznymi (cementomierzem akustycznym).

6.6. Sposób i termin likwidacji otworu

Wykorzystanie otworu Białka Tatrzańska GT-3 przewiduje się na okres około 30 lat. Po tym okresie nastąpi zużycie kolumn rur okładzinowych 13 $\frac{3}{8}$ " i 9 $\frac{5}{8}$ " lub kolumny filtrowej i wtedy planuje się wykonać rekonstrukcję odwiertu.

Projektowany otwór Białka Tatrzańska GT-3 zostanie zlikwidowany w przypadku nienawiercenia poziomów wodonośnych. Ostateczna decyzja odnośnie likwidacji odwiertu zostanie podjęta przez Inwestora w porozumieniu z nadzorem geologicznym. Likwidacja otworu będzie przeprowadzona na podstawie oddzielnego projektu technicznego, w którym przedstawiony zostanie szczegółowy sposób likwidacji i rekultywacji terenu, w zależności od sytuacji geologicznej w otworze.

6.7. Opróbowanie otworu

Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 roku w *sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych* (Dz. U. 2015 poz. 903) wskazuje, że wyniki opróbowania otworu wiertniczego podlegają przekazaniu Państwowej Służbie Geologicznej.

6.7.1. Pobór próbek geologicznych

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

- 0 – 2000 m MD: co 10 m,
- 2000 – 2350 m MD: co 5 m lub według decyzji geologa nadzoru, co 1-2 m,
- 2350 – 3278 m MD (do końca sekcji 8 $\frac{1}{2}$ "): co 5 m lub według decyzji geologa nadzoru, co 2m.

Rdzenie wiertnicze będą pobierane aparatem jednosekcyjnym w wyznaczonych interwałach perspektywicznych z utworów jednostki Białki Tatrzańskiej. Przewiduje się pobór rdzeni o łącznej długości około 45 mb rdzenia (pięć marszy po 9 m). Poszczególne interwały rdzeniowania zostaną określone przez nadzór geologiczny w porozumieniu z geologiem dozoru. Dopuszcza się skrócenie interwału rdzeniowania jeśli przewiercany profil będzie na tyle spękany, że uniemożliwi pobór rdzenia wiertniczego bez klinowania w aparacie rdzeniowym.

Próby wody termalnej do analiz fizykochemicznych, będą pobierane podczas pompowania pomiarowego tzn. po jednej próbie pod koniec każdego z trzech stopni pompowania.

Próby wody termalnej do badań izotopowych oraz mikrobiologicznych będą pobrane podczas pompowania pomiarowego tzn. po jednej próbie pod koniec trzeciego stopnia pompowania.

Próby gazu z wody termalnej do analizy składu chemicznego gazu oraz określenia wykładnika gazowego będą pobierane podczas trzeciego stopnia pompowania pomiarowego.

6.7.2. Sposób postępowania z próbkami geologicznymi

Pobierane będą dwa komplety, suchych, przemytych i wysuszonych w temperaturze nie wyższej niż 90°C, próbek okruchowych, których waga każdej powinna mieć minimum 250 gram (łącznie 500 gram). Probki po wysuszeniu należy przesypać do polietylenowych woreczków strunowych lub worków płóciennych, sznurowanych a następnie umieścić w odpowiednio opisanych skrzynkach. Należy pamiętać o uwzględnieniu podziału próbek okruchowych na dwa osobne komplety (jeden dla Centralnego Archiwum geologicznego, a drugi dla Inwestora). W przypadku poboru prób na opcjonalne badania mikropaleontologiczne należy przygotować próbki nieprzemyte i niewysuszone. Waga każdej próbki to minimum 500 gram (komplet dwóch próbek z określonej głębokości, łącznie 1000 gram).

Probki i skrzynki należy opisać zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 roku w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz. U. z 2015 r. poz. 903) oraz w porozumieniu z geologiem dozoru.

Pobrane rdzenie wiertnicze należy umieszczać w 1,0 m skrzynkach z zasuwanyim wiekiem (wymiar wewnątrz skrzyni to 100–102 cm), przestrzegając ułożenia *strop–spąg*. Opis skrzynek oraz zabezpieczenie rdzeni ma spełniać wymogi określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 roku w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz. U. z 2015 r. poz. 903). Rdzenie należy udokumentować fotograficznie w skrzynkach, zarówno przed przecięciem jak i po przecięciu, zwracając uwagę na wyróżniające się cechy makroskopowe tj. litologia, cechy teksturalne i strukturalne, struktury sedymentacyjne, zmiany diagenetyczne, spękania, procesy rekrystalizacji, dolomityzacji itp.

Jeżeli z rdzeni wiertniczych pobierano próbkę na badania laboratoryjne, to puste miejsce należy uzupełnić wypełniaczem piankowym i odpowiednio opisać. Należy postąpić podobnie, w przypadku końca marszu przed zakończeniem rdzeniowania pełnego metra lub gdy brakuje fragmentu rdzenia. Spakowane i zabezpieczone rdzenie wiertnicze oraz próby okruchowe, zgodnie z zapisami ustawy *Prawo geologiczne i górnicze z dnia 9 czerwca 2011 roku* (tekst ujednolicony w Dz.U. 2023 poz. 633) należą do próbek trwałego przechowywania i należy je przekazać Państwowej Służbie Geologicznej, nie później niż 60 dni od dnia ich uzyskania. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 roku w sprawie przekazywania

informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz. U. z 2015 r. poz. 903) określa zakres, formę oraz tryb przekazywania próbek geologicznych uzyskanych w wyniku prowadzonych robót geologicznych.

W toku prowadzonych w otworze robót geologicznych planowane jest pobranie do badań laboratoryjnych próbki wody złożowej oraz zawartego w niej gazu. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30.10.2017 roku w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. Nr 2017 poz. 2075) próbki te stanowią próbki czasowego przechowywania i nie podlegają przekazaniu organowi administracji geologicznej. Pozostaną one u wykonawców robót geologicznych oraz badań do czasu ich zakończenia, a następnie zostaną zlikwidowane po sporządzeniu dokumentacji geologicznej.

6.8. Zakres obserwacji i badań terenowych

6.8.1. Pomiary geofizyki wiertniczej

Pomiary geofizyczne w otworze Białka Tatrzańska GT-3 będą wykonywane po zakończeniu każdej sekcji. Pomiary mają na celu określenie i ocenę:

- średnicy i krzywizny otworu,
- profilu litologiczno-stratygraficznego otworu,
- miąższości efektywnej poziomów zbiornikowych wód termalnych,
- interwałów przepuszczalnych w obrębie utworów strefy złożowej,
- wielkości dopływu wód podziemnych (opcjonalnie),
- rozkładu temperatury w otworze oraz stopnia geotermicznego,
- stanu zacementowania rur okładzinowych.

Zestaw projektowanych badań geofizycznych w otworze Białka Tatrzańska GT-3 został dobrany w sposób umożliwiający realizację postawionych zadań geologicznych.

Zakłada się wykonanie następujących zestawów pomiarów:

- **I zestaw badań - po zakończeniu wiercenia sekcji otworu o średnicy 23”:**
w niezarurowanym odcinku otworu:
 - profilowanie średnicy,
 - profilowanie krzywizny,
 - profilowanie gamma naturalne.
- **II zestaw badań - po zakończeniu wiercenia sekcji otworu o średnicy 17 1/2”:**
w niezarurowanym odcinku otworu:
 - profilowanie średnicy,

- profilowanie krzywizny,
 - profilowanie gamma naturalne,
- w zarurowanym odcinku otworu:
- cementomierz akustyczny w rurach $18 \frac{5}{8}$ ".
- **III zestaw badań - po zakończeniu wiercenia sekcji otworu o średnicy $12 \frac{1}{4}$ "**:
w niezarusowanym odcinku otworu:
 - profilowanie średnicy otworu,
 - profilowanie krzywizny,
 - profilowanie gamma naturalne,w zarurowanym odcinku otworu:
 - cementomierz akustyczny w rurach $13 \frac{3}{8}$ ".
- **IV zestaw badań - po przewierceniu interwału złożowego w sekcji otworu $8 \frac{1}{2}$ "**:
w niezarusowanym odcinku otworu:
 - profilowanie średnicy otworu,
 - profilowanie krzywizny,
 - profilowanie gamma naturalne,
 - spektrometryczne profilowanie gamma,
 - spektrometryczne profilowanie litologiczno-gęstościowe,
 - profilowanie akustyczne,
 - profilowanie neutronowe,
 - profilowanie oporności i potencjału naturalnego,
 - profilowanie temperatury w warunkach nieustalonych,
 - profilowanie skanerem mikroopornościowym (FMI lub XRMI) tzn. pełne obrazowanie ścian otwory (360°) w celu określenia upadu warstw oraz rozkładu i przebiegu spękań,
 - Production Log (opcjonalnie wg. decyzji nadzoru geologicznego),w zarurowanym odcinku otworu:
 - cementomierz akustyczny w rurach $9 \frac{5}{8}$ ".
- **V zestaw badań – w przypadku udostępnienia złoża wód termalnych**:
 - profilowanie temperatury w warunkach ustalonych po 10-dniowej stójce w całym profilu otworu, po zafiltrowaniu otworu.

6.8.2. Aparatura Kontrolno-Pomiarowa

Proces wiercenia otworu Białka Tatrzańska GT-3 będzie monitorowany przez pracowników aparatury kontrolno-pomiarowej (laboratorium polowego) od rozpoczęcia wiercenia otworu tj. od głębokości początkowej otworu.

Obsługa laboratorium AKP będzie miała za zadanie wykonywanie na bieżąco, w trakcie trwania wiercenia, następujących prac:

- pobór próbek okruchowych,
- przygotowanie próbek okruchowych do opisu litologicznego,
- przygotowanie wraz z geologiem dozoru rdzeni do opisu litologicznego,
- analiza węglanowości próbek okruchowych i rdzeni,
- pakowanie oraz inwentaryzacja próbek okruchowych,
- rejestrację interwałów poboru próbek okruchowych oraz rdzeni,
- sporządzanie profilu geologicznego, technicznego, gazowego, temperaturowego i geociśnieniowego otworu na podstawie opisów litologicznych prowadzonych przez geologa dozoru,
- rejestrację postępu wiercenia, obrotów, momentu obrotowego, nacisku na świder, ciśnienia tłoczenia, wydatku tłoczenia, suwów pomp płuczkowych oraz innych parametrów technologicznych wiercenia,
- rejestrację parametrów płuczki wiertniczej, a zwłaszcza ciężaru właściwego, zgazowania w płuczce i temperatury,
- monitorowanie całkowitej zawartości gazów w płuczce wiertniczej (*Total Gas*) oraz analiza chromatograficzna gazów w płuczce, w zakresie od metanu do pentanu, oraz siarkowodoru wpiętego w zdublowaną linię gazową,
- bieżącą kontrolę bilansu płuczki wiertniczej podczas marszów (každorazowo dla operacji *Trip In, Trip Out*).

Materiały do pakowania próbek okruchowych i rdzeni (worki oraz skrzynki-plastikowe i drewniane) zapewni wykonawca wiercenia. Zakończenie monitoringu AKP nastąpi po ustabilizowaniu się zwierciadła wody po testach hydrodynamicznych.

6.8.3. Obserwacja poziomów wodonośnych oraz pomiary przepływu wód

W trakcie wiercenia otworu badawczo-eksploatacyjnego Białka Tatrzańska GT-3 prowadzony będzie ciągły monitoring poziomu płuczki na zbiornikach oraz w otworze wiertniczym w celu ciągłego monitorowania bilansu płuczki wiertniczej w otworze tj. zaników i/lub dopływów medium złożowego do otworu, świadczących o występowaniu potencjalnych poziomów zbiornikowych wód podziemnych.

Po odwierceniu otworu zakłada się możliwość wykonania pomiarów *Production Log* w celu określenia stref oraz wielkości dopływu wód termalnych do otworu. Parametry testu zostaną ustalone przez nadzór geologiczny na podstawie oceny własności hydrogeologicznych złożeń. Na etapie projektowania założono, że test zostanie wykonany w otworze niezafiltrowanym.

Po przeprowadzeniu ewentualnego kwasowania strefy złożowej wykonane zostanie pompowanie oczyszczające do wymiany co najmniej objętości wody w otworze lub do czasu uzyskania wody o odpowiedniej czystości.

6.8.4. Badania hydrodynamiczne

Po zakończeniu wiercenia otworu przewiduje się wykonanie badań hydrodynamicznych ujętego poziomu wodonośnego wód termalnych. Przebieg badań będzie następujący:

- zapuszczenie do otworu pompy głębinowej (w przypadku braku lub niewystarczającego samowypływu wody złożowej) o następujących parametrach: wysokość podnoszenia wody ok. 500 m, wydajność nie mniej niż 200 m³/h. Sposób montażu pompy powinien umożliwić całkowite zamknięcie wypływu wody i obserwację odbudowy zwierciadła wody i ciśnienia na manometrze.
- wykonanie pompowania oczyszczającego – pompowanie oczyszczające będzie wykonywane na jednym stopniu z udarami hydraulicznymi, a jego parametry ustali nadzór geologiczny. Celem pompowania oczyszczającego jest oczyszczenie strefy złożowej z pozostałości płuczki wiertniczej i zawiesiny pylastej, czyli udrożnienie dróg dopływu wody do otworu przed próbnym pompowaniem i późniejszą eksploatacją otworu. Pompowanie prowadzone będzie do momentu wymiany 2–3 objętości wody w otworze lub do czasu uzyskania wody o odpowiedniej czystości (klarowności). Następnie przeprowadzona zostanie obserwacja powrotu zwierciadła wody do poziomu statycznego (stabilizacja zwierciadła w otworze). Na podstawie wyników pompowania oczyszczającego zostanie ustalona optymalna wielkość wydajności i depresji dla pompowania pomiarowego. Dopuszcza się przeprowadzenie pompowania oczyszczającego metodą *airlift*. Decyzję w tym zakresie podejmie nadzór geologiczny.
- wykonanie pompowania pomiarowego – pompowanie pomiarowe rozpoczęte zostanie po ustabilizowaniu się zwierciadła wody w otworze, po pompowaniu oczyszczającym. Zostanie ono przeprowadzone przy trzech stopniach wydajności otworu: $\frac{1}{3} Q_{\max}$, $\frac{2}{3} Q_{\max}$ i Q_{\max} . Wydajność Q_{\max} zostanie określona przez nadzór geologiczny na podstawie wyników pompowania oczyszczającego. Sposób przeprowadzenia, a także czas trwania pompowania pomiarowego ustali nadzór geologiczny, przy uwzględnieniu możliwości

odprowadzenia i zmagazynowania wody złożowej. Po ukończonym teście przeprowadzona zostanie rejestracja i pomiar odbudowy zwierciadła wody (stabilizacja zwierciadła).

- podczas obu pompowań prowadzone będą pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych: wydajności otworu (dwa przepływomierze), temperatury wody termalnej na wypływie z otworu (czujnik temperatury) oraz głębokości położenia zwierciadła wody (sonda ciśnieniowa) lub ciśnienia na głowicy (w przypadku samowypływu).
- wyniki obserwacji będą automatycznie rejestrowane w bazie danych z częstotliwością ustaloną przez nadzór geologiczny.
- w trakcie pompowania oczyszczającego oraz podczas pompowania pomiarowego wykonywane będą badania obejmujące oznaczenia szybkozmiennych cech fizykochemicznych wody takich jak odczyn pH, przewodnictwo elektrolityczne właściwe (PEW) oraz potencjału oksydacyjno-redukcyjnego), a także temperatury na wypływie. Przewiduje się wykonywanie badań nie rzadziej niż co godzinę.

Woda termalna wypompowana z otworu podczas badań hydrogeologicznych będzie odprowadzana do szczelnego zbiornika ziemnego o pojemności około 4000 m³, a następnie odpowiednio, zgodnie z przepisami prawa utylizowana przez odpowiednie firmy.

- Pompowanie eksploatacyjno-zatłaczające otworów Białka Tatrzańska GT-2 i Białka Tatrzańska GT-3 w celu określenia warunków hydrogeologicznych w związku z zamierzonym wtlaczaniem wykorzystanych wód termalnych do górotworu – szczegółowe warunki i sposób prowadzenia pompowania zostaną przedstawione w projekcie technicznym po zakończeniu pompowania pomiarowego. Ogólny przebieg prowadzenia pompowania będzie następujący:
 - Połączenie rurociągiem o średnicy DN 125 otworu chłonnego Białka Tatrzańska GT-3 z odwiertem eksploatacyjnym Białka Tatrzańska GT-2,
 - Rozpoczęcie pompowania eksploatacyjno-zatłaczającego z otworu Białka Tatrzańska GT-2 do otworu Białka Tatrzańska GT-3;
 - Pompowanie zostanie przeprowadzone przy trzech ustalonych wydajnościach zatłaczania otworu, tj. $1/3 Q_{\max}$, $2/3 Q_{\max}$, Q_{\max} . Chłonność Q_{\max} zostanie określona przez nadzór geologiczny. Ilość stopni może ulec zmianie. Sposób przeprowadzenia i czas trwania testu chłonności ustali nadzór geologiczny przy założeniu, że maksymalny czas pompowań eksploatacyjno-zatłaczających nie przekroczy 2 tygodni. Po zakończonym pompowaniu zostanie przeprowadzony pomiar powrotu zwierciadła wody w obu odwiertach do stanu statycznego.

- W czasie trwania pompowania eksploatacyjno-zatłaczającego będzie prowadzona rejestracja następujących parametrów: wydajności ujęcia, temperatury wody termalnej oraz ciśnienia na głowicy odwiertu eksploatacyjnego oraz chłonnego, poziomu zwierciadła wody w otworze eksploatacyjnym, pH, potencjału redoks Eh oraz przewodności elektrolitycznej właściwej PEW wydobywanej wody termalnej. Należy zapewnić automatyczną rejestrację parametrów w bazie danych z częstotliwością ustaloną przez nadzór geologiczny.

6.8.5. Badania i pomiary specjalne

W przypadku nieuzyskania zakładanych wydajności otworu po wykonaniu pompowania pomiarowego nadzór geologiczny może podjąć decyzję o przeprowadzeniu zabiegu intensyfikacji wydobywania poprzez zabieg kwasowania w wytypowanym interwale strefy złożowej. Celem zabiegu będzie zwiększenie przepuszczalności skał zbiornikowych w strefie przyodwiertowej. Dobór cieczy kwasującej na podstawie analiz próbek okruchowych i rdzeni oraz sposób wykonania zabiegu zostanie określony w projekcie technicznym kwasowania przez wyspecjalizowaną firmę serwisową. Po wykonanym zabiegu kwasowania przeprowadzone zostanie ponowne pompowanie pomiarowe otworu. Sposób przeprowadzenia i czas trwania pompowania pomiarowego ustali nadzór geologiczny.

6.8.6. Monitoring oddziaływania projektowanego otworu na odwierty Białka Tatrzańska GT-1 i Białka Tatrzańska GT-2

Poszukując wód termalnych na obszarze górniczym „Białka” należy zwracać uwagę na potencjalny wpływ projektowanego wiercenia na istniejące ujęcie wód termalnych Białka Tatrzańska GT-1 oraz Białka Tatrzańska GT-2. Ewentualne oddziaływanie projektowanych robót może wystąpić zarówno na etapie wiercenia, próbnych pompowań oraz późniejszej eksploatacji wód termalnych.

Roboty geologiczne podczas wiercenia otworu Białka Tatrzańska GT-3 zostały zaprojektowane tak aby zminimalizować ewentualną interferencję pomiędzy otworami poprzez odejście od istniejącego ujęcia wierceniem kierunkowym. Ewentualny wpływ zamierzonych robót na wody termalne eksploatowane w obszarze górniczym „Białka” może zachodzić głównie poprzez łączność hydrauliczną w strefach zaangażowanych tektonicznie.

Proponuje się na czas wiercenia i pompowań pomiarowych w otworze Białka Tatrzańska GT-3 zastosowanie stałego monitoringu poziomu zwierciadła wód w istniejącym ujęciu wód termalnych. Zakres, harmonogram i częstotliwość monitoringu powinny być

uzgodnione z geologiem górniczym Zakładu Górniczego Wód Termalnych „Białka” przed rozpoczęciem wiercenia i korygowane w razie potrzeby w oparciu o dane uzyskiwane w trakcie prowadzonych prac wiertniczych. Podczas wiercenia, pompowania oczyszczającego i pompowania pomiarowego należy dodatkowo utrzymywać stały kontakt pomiędzy dozorem i nadzorem geologicznym wiercenia, a geologiem górniczym i obsługą ZGWT „Białka”. Na czas pompowania pomiarowego projektowanego otworu zaleca się wyłączyć z eksploatacji ujęcie wód termalnych Białka Tatrzańska GT-1 i GT-2, a przy braku możliwości zaniechania eksploatacji, prowadzić ją ze stałym wydatkiem. Prowadzenie monitoringu i jego zakres będzie uzależnione od ewentualnej zgody ZGWT oraz aktualnego stanu technicznego ujęcia i jego wykorzystania. Zakres obserwacji powinien obejmować przede wszystkim pomiary wahań zwierciadła wody oraz zmiany w przewodności właściwej wody oraz temperaturę wody.

6.9. Zakres badań laboratoryjnych

6.9.1. Badania laboratoryjne próbek okruchowych i rdzeni

Z rdzeni wiertniczych pobrane zostaną próbki do następujących badań:

- petrograficznych: skład mineralny, cechy strukturalno-teksturalnych w szlifach,
- porowatości i przepuszczalności utworów poziomu zbiornikowego wód termalnych,
- mikro i makroszczelinowatości w płytkach cienkich i fragmentach rdzeni – opcjonalnie,
- mineralogicznych: określenia składu mineralnego próbek metodą rentgenowskiej analizy fazowej (XRD) – opcjonalnie,
- mikropaleontologicznych: określenia wieku na podstawie fauny kopalnej w próbkach okruchowych – opcjonalnie.

Przewiduje się również opcjonalne wykonanie, dla wybranych prób okruchowych, badania składu chemicznego skał metodą fluorescencji rentgenowskiej XRF.

Liczba próbek przekazanych do badań oraz interwały poboru zostaną określone przez nadzór geologiczny w oparciu o bieżące wyniki wiercenia.

6.9.2. Badania laboratoryjne próbek wody termalnej i gazów rozpuszczonych w wodzie

Podczas pompowania pomiarowego wykonane zostaną następujące badania oraz zostaną pobrane próbki wody termalnej do analiz fizyko-chemicznych:

- próbki należy pobierać podczas trwania pompowania pomiarowego w końcowej fazie każdego z trzech stopni pompowania – po jednej próbce wody dla każdego stopnia,
- badania laboratoryjne dla określenia następujących wskaźników na każdym poziomie dynamicznym:

- twardość wody (ogólnej, węglanowej i niewęglanowej), zasadowość, suma składników stałych, mineralizacja ogólna, krzemionka jako H_2SiO_2 , kwas metakrzemowy H_2SiO_3 , barwa, mętność, zapach, smak, odczyn, potencjał Redox, przewodność elektrolityczna właściwa;
- (Na^+) , (K^+) , (Li^+) , (Ca^{+2}) , (Mg^{+2}) , (Ba^{+2}) , (Sr^{+2}) , (Fe^{+2}) , (Mn^{+2}) , (Zn^{+2}) , (Cu^{+2}) , (Ni^{+2}) , (Co^{+2}) , (Pb^{+2}) , (Cd^{+2}) , (Al^{+3}) , (Cr^{+3}) , (Mo^{+6}) , (V^{+5}) , (As^{+3}) , (Ti^{+2}) ,
- (Cl^-) , (Br^-) , (I^-) , (SO_4^{-2}) , (HCO_3^{-2}) , (NO_2^-) , (NO_3^-) , (PO_4^{-3}) , (BO_3^{-3}) , (HBO_2) ,
- CO_2 , Rn , H_2S .
- badania mikrobiologiczne wody termalnej po trzecim stopniu pompowania,
- badania laboratoryjne dla określenia wieku wody metodą izotopów trwałych: tlenu ^{18}O , wody $\delta^{18}\text{O}$ (H_2O) oraz wodoru ^2H (deuter), badania izotopowe wody ^{222}Rn oraz całkowitej aktywności promieniotwórczej α i β ,
- laboratoryjne oznaczenie składu gazów rozpuszczonych w wodzie, a także wykładnika gazowego.

6.10. Przewidywana wielkość dopływu do projektowanego otworu

Dopływ wód do otworu będzie miał miejsce podczas wykonywania w otworze testu *Production Logging* oraz pompowań po zakończeniu wiercenia. Ilość wód termalnych wypompowanych z otworu będzie zależeć od napotkanych warunków złożowych. Przyjmuje się podczas prowadzenia pompowania oczyszczającego oraz pomiarowego, tj. do $200 \text{ m}^3/\text{h}$. Sumaryczna wielkość dopływu zależna będzie od czasu trwania pompowań. Wydajność ta może być znacząco wyższa od zakładanych w przypadku napotkania warunków złożowych lepszych od oczekiwanych.

6.11. Przewidywana jakość wód odpompowanych z otworu

W przypadku projektowanego wiercenia przewidywaną jakość wody odpompowywanej z otworu określa jej spodziewana mineralizacja na poziomie ok $3,3 \text{ g/dm}^3$ (Kukuła i in., 2022). Biorąc pod uwagę obecny stan rozpoznania złoża, wody termalne krążące w spękanych utworach jednostki Białki Tatrzańskiej są wodami typu $\text{SO}_4\text{-Cl-Na-Ca}$ (Wątor i in., 2008) i $\text{Cl-SO}_4\text{-Na-Ca}$, S, F, H_2SiO_3 o mineralizacji 3335–3393 mg/l (Kukuła i in., 2022).

6.12. Przewidywana jakość wód odpompowanych z otworu

Woda termalna pochodząca z pompowań oczyszczających będzie odprowadzana do szczelnego zbiornika ziemnego o pojemności około 4000 m^3 , a następnie, zgodnie

z przepisami prawa, utylizowana przez odpowiednie firmy. Woda termalna pochodząca z pompowań pomiarowych, w zależności od jej parametrów fizykochemicznych, może być:

- odprowadzana do cieków powierzchniowych na podstawie zgłoszenia wodnoprawnego (po uprzednim schłodzeniu w zbiorniku),
- odprowadzana do kanalizacji na podstawie uzgodnień z właścicielem kanalizacji,
- wykorzystana przez istniejące kąpielisko Park Wodny Bania.

7. OKREŚLENIE PRÓBEK GEOLOGICZNYCH PODLEGAJĄCYCH PRZEKAZANIU ORGANOWI ADMINISTRACJI GEOLOGICZNEJ

Na podstawie art. 82 ust. 1 pkt 4 ustawy *Prawo geologiczne i górnicze z dnia 9 czerwca 2011 r.* (Dz.U. 2022 poz. 1504) ten, kto 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.

Zgodnie z art. 82 ust. 2 ww. ustawy podmiot prowadzący roboty geologiczne w celu poszukiwania i rozpoznawania złóż wód termalnych ma obowiązek bieżącego przekazywania państwowej służbie geologicznej danych geologicznych oraz próbek uzyskanych w wyniku prac geologicznych, w tym robót geologicznych, oraz wyników badań tych próbek.

Pobrane w trakcie prac wiertniczych próby okruchowe oraz rdzenie wiertnicze, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w *sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej* (Dz.U. 2017 poz. 2075), próbki te zalicza się do *próbek geologicznych trwałego przechowywania*, które zgodnie z art. 82 ustawy *Prawa geologicznego i górniczego* powinny być przekazane państwowej służbie geologicznej nie później niż 60 dni od ich uzyskania. Sposób przechowywania, zabezpieczania oraz przekazywania próbek państwowej służbie geologicznej określa odpowiednie rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w *sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych* (Dz. U. z 2015 r. poz. 903).

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w *sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej* (Dz.U. 2017 poz. 2075) przewidywane do pobrania próbki wody termalnej i gazu są *próbkami czasowego przechowywania* i nie podlegają przekazaniu państwowej służbie geologicznej. Próbki te będą przechowywane u wykonawców prowadzących roboty geologiczne oraz badania do czasu ich zakończenia, a następnie zostaną zlikwidowane po sporządzeniu dokumentacji geologicznej.

8. WYSZCZEGÓLNIENIE NIEZBĘDNYCH PRAC GEODEZYJNYCH

Po zakończeniu robót wiertniczych i badawczych w otworze Białka Tatrzańska GT-3 lub po ewentualnej jego likwidacji przedsiębiorca zapewni sporządzenie geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych otworu, jak również zgłosi je do właściwego ośrodka dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej, a także do właściwych organów samorządu terytorialnego. Prace te powinien wykonywać uprawniony geodeta zgodnie z przepisami.

9. HARMONOGRAM ZAMIERZONYCH ROBÓT GEOLOGICZNYCH

Harmonogram robót geologicznych prowadzony będzie na podstawie zatwierdzonego projektu robót geologicznych, który obejmuje następujące czynności:

- **Prace wiertnicze**– około 8 miesięcy, w tym:
 - prace przygotowawcze: 1 miesiąc
 - montaż urządzenia i wiercenie otworu: 6 miesięcy:
 - w tym badania hydrogeologiczne: 1-14 dni
 - demontaż i rekultywacja terenu: 1 miesiąc
- **Opracowanie dokumentacji wynikowej**– 6 miesięcy

Tab. 6. Harmonogram zamierzonych robót geologicznych.

Okres [miesiące]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Rodzaj prac														
Prace wiertnicze														
Dokumentacja geologiczna														

10. WPŁYW ZAMIERZONYCH ROBÓT GEOLOGICZNYCH NA OBSZARY CHRONIONE, W TYM OBSZARY NATURA 2000

10.1. Określenie oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na środowisko

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

10.2. Występowanie obszarów chronionych w miejscu projektowanych robót

Zgodnie z art. 6 ust. 1 Ustawy o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. (tekst jednolity w Dz. U. 2004 r., nr 92, poz. 880) formami ochrony przyrody są: *parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, obszary Natura 2000, pomniki przyrody, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne, zespoły przyrodniczo-krajobrazowe i ochrona gatunkowa roślin, zwierząt i grzybów.*

Projektowany otwór badawczo-eksploatacyjny Białka Tatrzańska GT-3 położony jest w obrębie Obszaru Chronionego Krajobrazu Południowomałopolski Obszar Chronionego Krajobrazu (PL.ZIPOP.1393.OCHK.279) o powierzchni 364480,09 ha, który wyznaczono na mocy Rozporządzenia Nr 27 Wojewody Nowosądeckiego z dnia 1 października 1997 r. w sprawie wyznaczenia Obszaru Chronionego Krajobrazu Województwa Nowosądeckiego.

Obszar Chronionego Krajobrazu obejmuje powiaty: tatrzański, myślenicki, gorlicki, suski, nowosądecki, nowotarski, Nowy Sącz, limanowski. Obszarowo przeważają zróżnicowane ekosystemy leśne. Wśród cennych ekosystemów naturalnych są kompleksy torfowisk wysokich w SW części Kotliny Orawsko-Nowotarskiej (Torfowiska Orawskie) i ekosystem rzeki Białki z przełomem oraz izolowane skałki Pasa Skalic Nowotarskich i Spiskich (<https://crfop.gdos.gov.pl/CRFOP/>).

W pobliżu projektowanego otworu Białka Tatrzańska GT-3 znajduje się Obszar Natura 2000 obszary siedliskowe o nazwie Dolina Białki (PLH120024) o powierzchni 716,03 ha w obrębie powiatów tatrzańskiego i nowotarskiego.

Obszar siedliskowy Dolna Białki wyznaczono na mocy Decyzji Komisji z dnia 12 grudnia 2008 roku przyjmująca na mocy dyrektywy Rady 92/43/EWG drugi zaktualizowany wykaz terenów mających znaczenie dla Wspólnoty składających się na alpejski region biogeograficzny (<https://crfop.gdos.gov.pl/CRFOP/>).

W sąsiedztwie projektowanego otworu Białka Tatrzańska GT-3 zlokalizowane są cztery pomniki przyrody, w kierunku z S na N (Fig. 10):

- jednoobiektowy, drzewo Grusza pospolita – *Pyrus communis* , rok ustanowienia 1973,
- wieloobiektowy, grupa drzew: Modrzew europejski – *Larix decidua*, rok ustanowienia 1993,
- dwa wieloobiektowe, skałki Gęśle, Basy, rok ustanowienia, 1963.

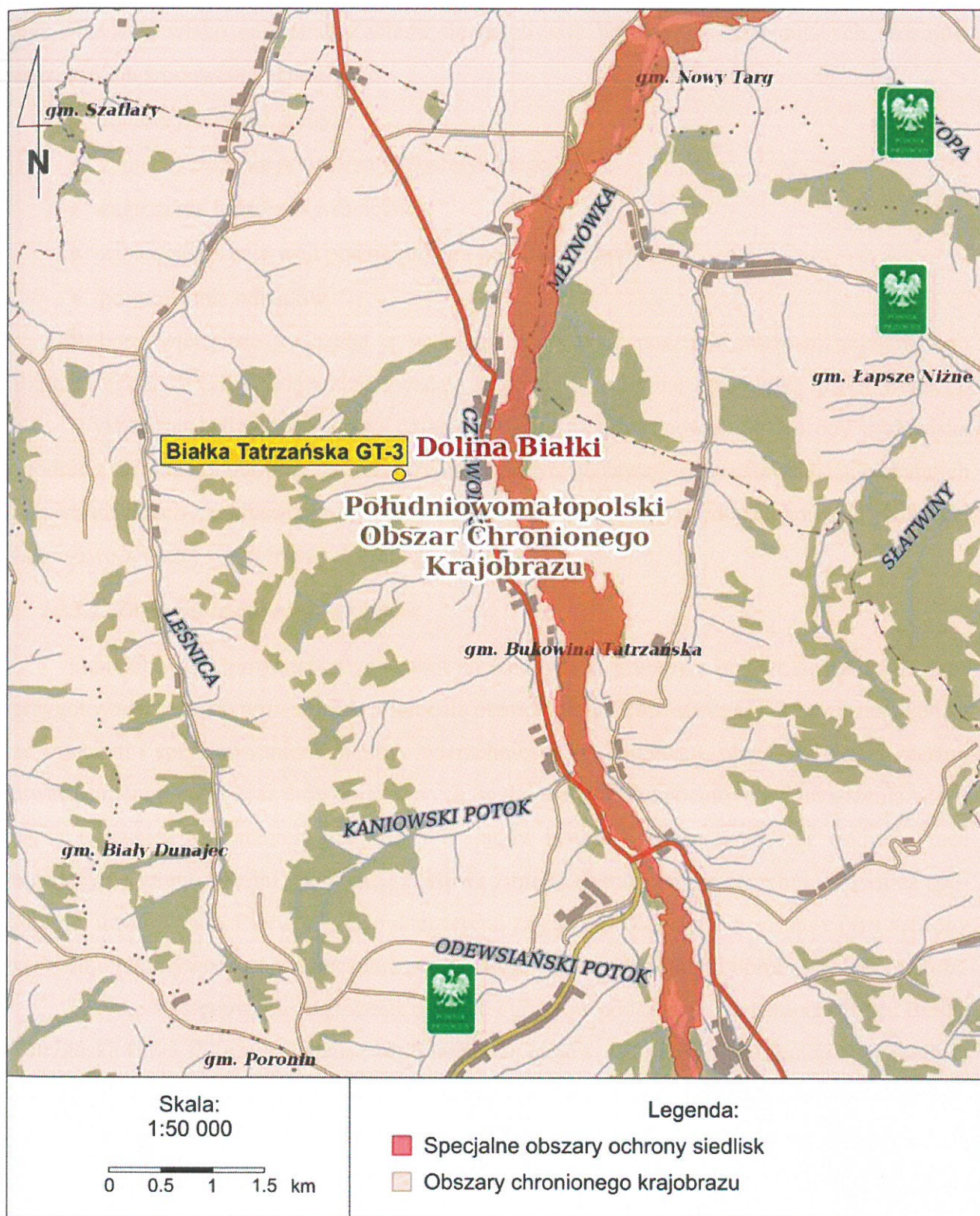


Fig. 10. Położenie projektowanego otworu Białka Tatrzańska GT-3 na tle mapy z zaznaczonymi elementami ochrony środowiska przyrodniczego (za: <https://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/>).

10.3. Opis zagrożeń dla środowiska naturalnego związanych z rodzajem projektowanych robót geologicznych

W bezpośrednim otoczeniu otworu Białka Tatrzańska GT-3 w trakcie jego wiercenia przewiduje się wystąpienie niewielkich, krótkotrwałych i nieciągłych wpływów przedmiotowej inwestycji na środowisko naturalne. Zakłada się możliwość wystąpienia następujących rodzajów zagrożeń dla środowiska naturalnego:

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

Roboty wiertnicze związane z wykonaniem otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Białka Tatrzańska GT-3 będą oddziaływać na środowisko naturalne z niewielką intensywnością.

Wykonawca będzie podejmował działania mające na celu zapewnienie ochrony środowiska zgodnie z wymogami obowiązujących przepisów prawnych zawartych w ustawach i adekwatnych rozporządzeniach z zakresu ochrony środowiska oraz współczesnej wiedzy technicznej związanej zakresowo z wyżej wymienionych elementów.

10.3.1. Zagrożenie dla gleb i gruntów

Oddziaływanie projektowanych robót na środowisko gruntowe pojawi się na etapie prac przygotowawczych do prowadzenia wiercenia otworu Białka Tatrzańska GT-3 i związane będzie ze zdjęciem i sprzymowaniem warstwy wierzchniej gleby (humusu), niwelacją terenu wiertni, utwardzeniem placów oraz dróg dojazdowych, wykonaniem fundamentów pod urządzenia wiertnicze, i również wykonaniem podziemnych ciągów instalacji elektrycznej oraz wodnej. Prace niwelacyjne terenu wiertni spowodują czasową zmianę charakteru powierzchni, i również sposobu jej użytkowania. Pierwotny charakter terenu zajętego przez wiertnię zostanie przywrócony w wyniku rekultywacji po zakończeniu prac związanych z wierceniem i opróbowaniem otworu.

Ryzyko występowanie zagrożenie dla gleb i gruntów podczas wykonywania otworu Białka Tatrzańska GT-3 związane będzie z użytkowaniem olejów, jak również substancji chemicznych służących do przygotowania płuczki wiertniczej. W związku z tym w ramach prac przygotowawczych przed rozpoczęciem wiercenia otworu Białka Tatrzańska GT-3, teren wiertni w miejscach stosowania substancji potencjalnie niebezpiecznych (m.in. pompy płuczkowe, magazyny płuczkowe, magazyny paliw i smarów, pojemniki z odpadami itp.) należy zabezpieczyć za pomocą

geomembrany, na której ułożone zostaną betonowe płyty. Konieczne może być także wykonanie rowu opaskowego wokół wiertni jako zbiornik na wody opadowe.

Po zakończeniu prac na otworze lub po likwidacji otworu zostanie przeprowadzony proces rekultywacji gruntów zgodnie z Ustawą z dnia 17 listopada 2021r. *o zmianie ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych* (Dz.U. 2021 poz. 2163). Po rekultywacji teren zostanie przekazany Inwestorowi.

10.3.2. Zagrożenia dla wód powierzchniowych i podziemnych

Proces wiercenia otworu wymaga stosowania płuczek wiertniczych, które pełnią szereg funkcji w otworze. Do sporządzania i regulowania właściwości płuczek wiertniczych w czasie realizacji otworu wiertniczego stosowane są różnorodne organiczne oraz nieorganiczne środki chemiczne. Materiały płuczkowe stanowią główne źródło zanieczyszczeń wód podziemnych i powierzchniowych (Steliga i Uliasz, 2012).

Prawidłowa konstrukcja otworu i badania szczelności cementowania skutecznie chronią warstwę wodonośną przed potencjalnym zanieczyszczeniem. Prawidłowa gospodarka odpadami, jak również odpowiedni sposób postępowania ze substancjami chemicznymi w połączeniu z zabezpieczeniem powierzchni terenu (uszczelnienie i drenaż) minimalizują ryzyko przedostania się zanieczyszczeń do wód powierzchniowych i podziemnych (Woźnicka, 2012).

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

- wyłożenia placu, na którym prowadzone będzie wiercenie specjalną, nieprzepuszczalną geomembraną oraz betonowymi płytami,
- zastosowania odpowiednich rozwiązań, w tym technologii prac oraz urządzeń, celem ograniczenia powstawania nadmiernej ilości ścieków oraz odpadów (w tym płuczki wiertniczej i odpadów niebezpiecznych),
- odpowiedniego przechowywania powstających ścieków (w tym ścieków socjalno-bytowych), odpadów wydobywczych i niebezpiecznych oraz innych substancji mogących negatywnie oddziaływać na środowisko w specjalnie do tego celu przeznaczonych miejscach, pomieszczeniach, pojemnikach eliminujących ryzyko przedostania się do środowiska gruntowo-wodnego oraz ich sukcesywnego wywożenia do uprawnionego odbiorcy,
- stosowania bezpiecznych dla środowiska materiałów płuczkowych oraz środków neutralizujących ewentualne wycieki oleju,
- zgodnego ze sztuką wiertniczą oraz odpowiednimi rozporządzeniami izolowania przewiercanych poziomów wodonośnych, tj. rurowania kolumną rur okładzinowych i cementowania przestrzeni pozarurowej,

- prowadzenia próbnych pompowań z uwzględnieniem zapisów ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (tekst jednolity, Dz.U. 2008 r., nr 138, poz. 865) dotyczących sposobu postępowania z wykorzystanymi wodami termalnymi.

Woda opadowa z terenu wiertni będzie zbierana rowem opaskowym i wykorzystywana na cele technologiczne (m.in. sporządzanie płuczki wiertniczej). Projektowane wiercenie nie będzie oddziaływać na wody podziemne i powierzchniowe poprzez pobór wody. Woda dla celów technologicznych będzie dostarczana rurociągiem lub cysterną od lokalnych wodociągów.

10.3.3. Emisja zanieczyszczeń do powietrza

Głównymi źródłami emisji zanieczyszczeń do powietrza podczas wiercenia otworu będą:

- urządzenie wiertnicze i pompy płuczkowe o napędzie spalinowym,
- praca agregatów prądotwórczych zasilanych olejem napędowym,
- prace spawalnicze,
- ruch pojazdów związany z dostawami materiałów, surowców i urządzeń.

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

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

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

10.3.4. Emisja hałasu do środowiska

Do głównych źródeł hałasu na terenie wiertni należą:

- sprzęt i maszyny budowlane podczas montażu wiertni, rekultywacji terenu: dźwigi, koparki, spychacze,
- obiekty stacjonarne i urządzenia technologiczne wiertni: wyciąg wiertniczy, agregaty prądotwórcze, silniki napędowe urządzenia wiertniczego i pomp płuczkowych, pompy płuczkowe, sita wibracyjne, kompresory,

- transport samochodowy: pojazdy ciężarowe do przewozu materiałów i odpadów.

Wielkość emisji hałasu urządzeń wiertniczych do środowiska naturalnego zależy w dużym stopniu od usytuowania podzespołów urządzenia wiertniczego. Poziom oddziaływanie hałasu na otoczenie urządzenia wiertniczego może być zmniejszany przy pomocy odpowiedniej lokalizacji najgłośniejszych podzespołów w stosunku do obiektów chronionych lub budynków mieszkalnych lub wykorzystania efektu ekranowania podzespołów wiertni (Macuda, 2010).

W celu ograniczenia negatywnego oddziaływania hałasu na środowisko należy rozważyć możliwość otoczenia terenu wiertni wałem ziemnym o wysokości do 2,5 m. Ziemię do stworzenia wału najlepiej pozyskać ze zdjętej warstwy humusu.

Dodatkowo zaleca się oszalowanie szybu wieży wiertniczej, wykorzystując do tego celu specjalne ekrany tłumiące hałas, oraz takie usytuowanie kontenerów zaplecza technicznego oraz socjalnego, aby pełniły jednocześnie funkcję ekranów akustycznych.

Proponuje się ponadto ograniczenie ruchu pojazdów wjeżdżających na teren wiertni do pory dziennej w godzinach 6:00 - 22:00.

10.3.5. Zarządzanie odpadami

Gospodarka odpadami będzie prowadzona zgodnie z zapisami Ustawy o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (tekst jednolity w Dz. U. 2013 poz. 21) i Ustawy o odpadach wydobywczych z dnia 10 lipca 2008 r. (tekst jednolity w Dz.U. 2008 r., nr 138, poz. 865).

W trakcie robót wiertniczych związanych z wykonaniem otworu Białka Tatrzańska GT-3 wytwarzane będą odpady niebezpieczne, a także inne niż niebezpieczne. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 roku w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2020 poz. 10) do odpadów niebezpiecznych zaliczać się będą głównie:

- zużyte oleje hydrauliczne, silnikowe, przekładniowe oraz smary,
- zużyte filtry,
- opakowania zawierające pozostałości substancji niebezpiecznych i/lub opakowania nimi zanieczyszczone,
- sorbenty, tkaniny i ubrania ochronne zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi.

Odpady niebezpieczne będą powstawać na skutek zużywania się olejów, filtrów oraz związanej z tym koniecznością ich wymiany. Ograniczenie powstawania tego rodzaju odpadów będzie prowadzone poprzez stosowanie wysokiej jakości olejów i smarów, ich wymianę zgodną z dokumentacją techniczno-ruchową oraz dokonywanie przeglądów podzespołów.

Wśród odpadów innych niż niebezpieczne, związanych z wykonaniem otworu Białka Tatrzańska GT-3 wymienić należy:

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

Głównym źródłem powstawania odpadów jest proces wiercenia oraz wykonywania prób w odwiercie. Zasadniczą częścią odpadów wytwarzanych podczas wiercenia otworów są zwierciny, a ich udział szacuje się na 50–70%.

Zwierciny powstają w wyniku oddzielenia fazy stałej od płuczki na sitach wibracyjnych i innych urządzeniach (odpiaszczacze, wirówki). Odpady wydobywcze powstają również wtedy, gdy następuje zmiana parametrów wiercenia i płuczka wiertnicza wymieniana jest na inny rodzaj lub po zakończeniu prac. Dodatkowo odpady te stanowią także resztki zaczynów cementowych pochodzących z procesów cementowania rur okładzinowych oraz wody podziemne pochodzące z pompowań hydrodynamicznych (http://geoportal.pgi.gov.pl/odpady/rodzaje_odpadow).

Do głównych elementów i substancji zawartych w odpadach wiertniczych zaliczają się:

- środki chemiczne użytkowane do sporządzania oraz regulacji parametrów technicznych płuczek wiertniczych,
- płyny złożowe np. wysoko zmineralizowane wody podziemne, w tym wody termalne,
- biocydy zapobiegające procesom fermentacji płuczki.

W świetle ustaw i rozporządzeń w gospodarce odpadami wiertniczymi minimalizacja ilości i obniżenie stopnia szkodliwości odpadów powstających podczas wiercenia należy traktować jako działania priorytetowe, realizowane przede wszystkim poprzez:

- efektywne operacje oczyszczania płuczki wiertniczej w zamkniętym obiegu, jak również jej odzysk dzięki zastosowaniu siatki na sitach wibracyjnych, o sprecyzowanej wielkości oczek, pozwalającej na skuteczne oddzielenie fazy stałej i płynnej oraz wykorzystywanie dodatkowych urządzeń w systemie oczyszczania tj. wirówka, odmulacz, odpiaszczacz,
- oszczędną gospodarkę płuczką i wodą oraz odrębne składowanie odpadów o różnym stopniu szkodliwości,
- stosowanie płuczki o małej toksyczności (bentonitowej, polimerowej).

Aby zminimalizować ilość odpadów na terenie wiertni powstanie program gospodarowania odpadami wydobywczymi, sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami ustawy z dnia 10 lipca 2008 roku *o odpadach wydobywczych* (tekst jednolity w Dz.U. 2008 poz. 865).

Powstałe w czasie wiercenia zwierciny wraz z odpadami płuczkowymi będą gromadzone w szczelnych stalowych zbiornikach i na bieżąco wywożone przez firmę posiadającą pozwolenie

na transport i magazynowanie lub przetwarzanie tych odpadów. Zwierciny nie powinny zawierać substancji toksycznych ani metali ciężkich.

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

Wody złożowe pochodzące z zabiegów hydrogeologicznych (pompowanie oczyszczające i pomiarowe) będą odprowadzane do specjalnie w tym celu wybudowanego zbiornika ziemnego o pojemności co najmniej 3500-4000 m³. Zbiornik ten będzie podścielony nieprzepuszczalną membraną, chroniącą środowisko gruntowo-wodne przed migracją wód złożowych w podłoże.

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

11. RODZAJ DOKUMENTACJI GEOLOGICZNEJ MAJĄCEJ POWSTAĆ W WYNIKU ROBÓT GEOLOGICZNYCH

W przypadku nawiercenia poziomów wód termalnych wyniki przeprowadzonych prac w otworze Białka Tatrzańska GT-3 wraz z ich interpretacją oraz określeniem stopnia osiągnięcia zamierzonego celu zostaną przedstawione w dokumentacji hydrogeologicznej określającej warunki hydrogeologiczne w związku z zamierzonym wtłaczaniem wód do górotworu zgodnie z art. 90 ust. 1 pkt 2 lit. b ustawy Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2021 r., poz. 1420 ze zm.). Dokumentacja będzie spełniać wymogi § 10 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016, poz. 2033).

W przypadku nie nawiercenia w otworze Białka Tatrzańska GT-3 poziomów wodonośnych sporządzona zostanie dokumentacja geologiczna prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów wód podziemnych. Ustawa z dnia 15 czerwca 2018 roku o zmianie ustawy Prawo geologiczne i górnicze oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2018 poz. 1563) uchyliła Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 grudnia 2016 r. w sprawie *innych dokumentacji geologicznych* (Dz.U. 2016 poz. 2023).

12. SPIS LITERATURY I MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH

Bąk, B., Radwanek-Bąk, B., Patorski, R., Malata, T., Bojakowska, I., Lis, J., Pasieczna, A., Sobik, K., Tomassi-Morawiec, H., 2004. Objasnienia do Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, arkusz Nowy Targ (1049). Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Boratyn, J., 2022. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Nowy Targ (1049). Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
Reambulacja arkusza: Watyha, L., 1972. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Nowy Targ (1049). Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Chowaniec, J., 1989. Hydrogeologiczne warunki zasilania i przepływu wód podziemnych w utworach trzeciorzędowych Podhala między Zakopanem a Białym Dunajcem. Praca doktorska, Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego, Oddział Karpacki, Kraków.

Chowaniec, J., 1996. Hydrogeologiczne warunki zasilania i przepływu wód podziemnych w utworach trzeciorzędowych na pograniczu Tatr i niecki podhalańskiej. Materiały I Ogólnopolskiej Konferencji Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a Człowiek. Tom 1: 92-94.

Chowaniec, J., Witek, K., 1997. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Nowy Targ (1049). Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Chowaniec, J., Długosz, P., Drozdowski, B., Nagy, S., Poprawa, D., Witczak, S., Witek, K., 1997. Dokumentacja hydrogeologiczna wód termalnych niecki podhalańskiej. Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego, Centralne Archiwum Geologiczne, Warszawa.

Chowaniec, J., Małecka, D., Witczak, S., 1998. Hydrochemiczna charakterystyka wód podziemnych niecki artezyjskiej Podhala. Przegląd Geologiczny, 46 (1): 42.

Chowaniec, J., Nagy, S., Owsiak, P., Witek, K., Freiwald, P., Operacz, T., Patorski, R., Zuber, A., 2011. Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wód termalnych niecki podhalańskiej z uwzględnieniem transgranicznego przepływu wód. Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego, Oddział Karpacki, Kraków.

Długosz, P., Nagy, S., 1995. Determination of hydrodynamic parameters of the Podhale geothermal reservoir. Bulletin Polish Academy of Sciences, Earth Sciences, 43 (4): 225-242.

Franko, O., Remsik, A., Fendek, M., 1995. Atlas of Geothermal Energy of Slovakia. Geologicky Ustav Dionizego Stura. Bratislava.

Kępińska, B., 1997. Model geologiczno-geotermalny niecki podhalańskiej. Studia, Rozprawy, Monografie, 48, Centrum Podstawowych Problemów Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Polska Akademia Nauk, Kraków, 111 s.

Kleczkowski, A. S. (red.), 1990. Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1: 500 000. Akademia Górniczo-Hutnicza. Kraków.

Kukuła, M., Bystroń, K., Szczurek, S., Kosiek, K., Długosz, P., Wieczorek, J., 2022. Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych Białka Tatrzańska GT-2 z utworów podfliszowych niecki podhalańskiej w miejscowości Białka Tatrzańska, gmina Bukowina Tatrzańska. Kraków, 116 pp.

Macuda, J., 2010. Środowiskowe aspekty produkcji gazu ziemnego z niekonwencjonalnych złóż. Przegląd Geologiczny, 58 (3): 266–270.

Małecka, D., 1996. Hydrogeologiczna charakterystyka Tatr w świetle badań monitoringowych. Materiały I Ogólnopolskiej Konferencji Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek. Wydawnictwo Tatrzańskiego Parku Narodowego Kraków-Zakopane, 1: 19-30.

Mastella, L., 1975. Tektonika fliszu we wschodniej części Podhala. Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego, tom 45, zeszyt 3 – 4.

Miecznik, M., 2017. Model zrównoważonej eksploatacji zbiornika wód geotermalnych w centralnej części Podhala do produkcji energii cieplnej i elektrycznej. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Polska Akademia Nauk, Kraków, Studia, rozprawy, monografie nr 202.

Mikołajków, J., Sadurski, A., 2017. Informator PSH. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny–Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Nagy, S., Długosz, P., 2000. Identification of the low-enthalpy Podhale geothermal reservoir based upon long term interference and pulse hydrodynamic testing. World Geothermal Congress 2000, Kyushu-Tohoku, Japan: 2739-2744.

Olszewska B., Wieczorek J., 1998. The Paleogene of the Podhale Basin (Polish Inner Carpathians) - micropaleontological perspective. Przegląd Geologiczny 46, 8/2: 721-728.

Paczyński, B., 1995. Atlas hydrogeologiczny Polski, 1 : 500 000, część II. Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Paczyński, B., Sadurski, A., (red.). 2007. Hydrogeologia regionalna Polski: Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Rozdział w książce: Krąż, P., Balon, J., Jodłowski, M. Obniżenie Orawsko-Podhalańskie (514.1). W: Richling, A., Solon, J., Macias, A., Balon, J., Borzyszkowski, J., Kistowski, M.,

2021 (red.). Regionalna geografia fizyczna Polski. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 513 – 521 pp.

Sito Ł., Targosz P., Wojdyła, A M., Florek-Odrzyl, M., 2018. Sprawozdanie z badań sejsmicznych – refleksyjnych 2D dla rozpoznania budowy geologicznej w obszarze projektowanego otworu badawczo-eksploatacyjnego Białka Tatrzańska GT-2. Geopartner, Kraków.

Starzycka, A., 2014. Powietrze atmosferyczne w procesie poszukiwania gazu łupkowego. Gaz i ropa z formacji łupkowych, artykuł 18/09/2014 opublikowany w serwisie informacyjnym Państwowej Służby Geologicznej– materiały internetowe.

Steliga, T., Uliasz, M., 2012. Wybrane zagadnienia środowiskowe podczas poszukiwania, udostępniania i eksploatacji gazu ziemnego z formacji łupkowych. Nafta-Gaz, 5: 273–283.

Watycha, L., 1972. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Nowy Targ (1049). Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Wątor, L., Spinczyk, A., Wieczorek, J., Bystroń, K., Długosz, P., 2008. Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z otworu Białka Tatrzańska GT-1 w miejscowości Białka Tatrzańska. Wyciągi Narciarskie – Wierch Bania Józef Dziubasik.

Wieczorek, J., 1998. Charakterystyka geologiczna zbiornika podhalańskich wód termalnych. IX Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna. Nowe metody i technologie w geologii naftowej, wiertnictwie, eksploatacji otworowej i gazownictwie. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, 1: 1–12.

Wieczorek, J., 1999. Geological framework of the Tatra Mountains-Podhale geothermal system (Carpathians). Bulletin d'Hydrogeologie 17: 261-269, Neuchatel.

Wieczorek, J., 2000. Main features of the Podhale geothermal reservoir: an alpine artesian geothermal system. Procceding World Geothermal Congress 2000, Kyushu-Tohoku Japan: 2975-2982.

Wieczorek, J., Olszewska, B., 1999. Mesozoic basement of the Podhale basin (Western Carpathians, Poland). Geologica Carpathica 50: 84-86.

Witczak, S., 1999. Analiza i interpretacja składu fizykochemicznego wód eksploatowanych w Białym Dunajcu i Bańskiej pod kątem poznawania systemu geotermalnego Podhala. Archiwum Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią. Polska Akademia Nauk, Kraków.

Woźnicka, M., 2012. Gospodarka wodna w fazie poszukiwania i eksploatacji złóż gazu, Czysta Energia nr 11/2012– materiały internetowe.

Zakovic, M., 1981. Termy a teplice v Oraviciach. Geologicke prace, Spravy, 75:133-154.

Żelaźniewicz, A., Aleksandrowski, P., Buła, Z., Karnkowski, P. H., Konon, A., Oszcypko, N., Ślaczka, A., Żaba, J., Żytko, K., 2011. Regionalizacja tektoniczna Polski, 60 pp. Komitet Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk, Wrocław.

Źródła internetowe:

1. <https://geologia.pgi.gov.pl/>
2. <https://www.pgi.gov.pl/psh/>
3. <https://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>
4. <https://dm.pgi.gov.pl>
5. <http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl/>
6. <https://www.geoportal.gov.pl/>
7. <https://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/>
8. <https://crfop.gdos.gov.pl/CRFOP/>
9. http://geoportal.pgi.gov.pl/odpady/rodzaje_odpadow