



PROINVEST  
SOLUTIONS

**Inwestor:**  
**Gmina Dębno**  
**Urząd Miejski w Dębnie,**  
**ul. Piłsudskiego 5,**  
**74-400 Dębno**

**PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH**  
**NA WYKONANIE OTWORU POSZUKIWAWCZO-**  
**ROZPOZNAWCZEGO WÓD TERMALNYCH DĘBNO GT-1**  
**W MIEJSCOWOŚCI DĘBNO**

Województwo:	<b>zachodniopomorskie</b>
Powiat:	<b>myśliborski</b>
Gmina:	<b>Dębno</b>
Miejscowość:	<b>Dębno</b>
Zlewnia:	<b>rz. Odra</b>

Autorzy:

\_\_\_\_\_  
mgr inż. Katarzyna Bystróż  
nr upr.IV-0453

\_\_\_\_\_  
dr inż. Piotr Długosz

\_\_\_\_\_  
mgr inż. Łukasz Guty

Projekt przedstawia  
do zatwierdzenia:

Kraków, lipiec 2020 r.

## SPIS TREŚCI

<b>1. WSTĘP.....</b>	<b>4</b>
<b>2. CHARAKTERYSTYKA REJONU ZAMIERZONYCH ROBÓT GEOLOGICZNYCH.....</b>	<b>6</b>
2.1. POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE I GEOGRAFICZNE.....	6
2.2. POŁOŻENIE PROJEKTOWANEGO OTWORU W PAŃSTWOWYM UKŁADZIE WSPÓLRZĘDNYCH 7	
2.3. OPIS ZAGOSPODAROWANIA TERENU.....	8
<b>3. STAN ROZPOZNANIA OBSZARU BADAŃ.....</b>	<b>9</b>
3.1. ROZPOZNANIE BUDOWY GEOLOGICZNEJ.....	9
3.2. ROZPOZNANIE WARUNKÓW GEOTERMICZNYCH ORAZ PERSPEKTYWY UZYSKANIA WÓD TERMALNYCH Z OTWORU DĘBNO GT-1 .....	13
3.2.1. Zbiornik geotermalny triasu środkowego.....	14
3.2.2. Zbiornik geotermalny jury dolnej.....	16
<b>4. BUDOWA GEOLOGICZNA.....</b>	<b>20</b>
4.1. STRATYGRAFIA.....	20
4.2. TEKTONIKA .....	30
<b>5. CHARAKTERYSTYKA HYDROGEOLOGICZNA .....</b>	<b>34</b>
5.1. REGIONALIZACJA HYDROGEOLOGICZNA .....	34
5.2. WODY PODZIEMNE.....	34
5.3. UŻYTKOWE PIĘTRA WODONOŚNE.....	35
5.4. GŁÓWNE ZBIORNIKI WÓD PODZIEMNYCH (GZWP).....	36
5.5. JEDNOLITE CZĘŚCI WÓD PODZIEMNYCH (JCWPD) .....	37
5.6. ZASOBY DYSPOZYCYJNE WÓD PODZIEMNYCH.....	39
<b>6. MOŻLIWOŚCI OSIĄGNIĘCIA CELU ROBÓT GEOLOGICZNYCH.....</b>	<b>40</b>
6.1. UZASADNIENIE LOKALIZACJI ORAZ RODZAJU PROJEKTOWANEGO OTWORU.....	40
6.2. PRZEWIDYWANY PROFIL GEOLOGICZNY OTWORU DĘBNO GT-1 .....	40
6.3. PRZEWIDYWANA KONSTRUKCJA OTWORU DĘBNO GT-1 .....	45
6.4. PŁUCZKI WIERTNICZE.....	49
6.5. SPOSÓB ZAMYKANIA HORYZONTÓW WODONOŚNYCH NIEBĘDĄCYCH CELEM GEOLOGICZNYM .....	49
6.6. SPOSÓB I TERMIN LIKWIDACJI OTWORU.....	50
6.7. OPRÓBOWANIE OTWORU .....	50
6.7.1. Zakres, ilość i wielkość przewidywanych do pobrania próbek geologicznych....	50
6.7.2. Sposób postępowania z próbkami geologicznymi oraz określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu organowi administracji geologicznej.....	51
6.8. ZAKRES OBSERWACJI I BADAŃ TERENOWYCH.....	53
6.8.1. Badania geofizyki wiertniczej.....	53
6.8.2. Obserwacja poziomów wodonośnych oraz pomiary próbnikiem złoże.....	54
6.8.3. Próbnice pompowania.....	55

6.9.	ZAKRES BADAŃ LABORATORYJNYCH .....	57
6.9.1.	Badania laboratoryjne prób okruchowych i rdzeni .....	57
6.9.2.	Badania laboratoryjne próbek wody termalnej i gazów rozpuszczonych w wodzie 57	
6.10.	PRZEWIDYWANA WIELKOŚĆ DOPŁYWU WÓD DO PROJEKTOWANEGO OTWORU.....	58
6.11.	PRZEWIDYWANA JAKOŚĆ WODY ODPOMPOWANEJ Z OTWORU.....	58
6.12.	SPOSÓB ODPROWADZANIA WODY ODPOMPOWANEJ Z OTWORU.....	58
<b>7.</b>	<b>WYSZCZEGÓLNIENIE NIEZBĘDNYCH PRAC GEODEZYJNYCH.....</b>	<b>59</b>
<b>8.</b>	<b>HARMONOGRAM ZAMIERZONYCH ROBÓT GEOLOGICZNYCH .....</b>	<b>59</b>
<b>9.</b>	<b>WPŁYW ZAMIERZONYCH ROBÓT GEOLOGICZNYCH NA OBSZARY CHRONIONE, W TYM OBSZARY NATURA 2000.....</b>	<b>60</b>
9.1.	OKREŚLENIE ODDZIAŁYWANIA PLANOWANEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA NA ŚRODOWISKO....	60
9.2.	WYSTĘPOWANIE OBSZARÓW CHRONIONYCH W MIEJSCU PROJEKTOWANYCH ROBÓT ....	60
9.3.	OPIS ZAGROZEŃ DLA ŚRODOWISKA NATURALNEGO ZWIĄZANYCH Z RODZAJEM PROJEKTOWANYCH ROBÓT .....	62
9.3.1.	Zagrożenie dla gleb i gruntów .....	63
9.3.2.	Zagrożenia dla wód powierzchniowych i podziemnych .....	63
9.3.3.	Emisja zanieczyszczeń do powietrza .....	65
9.3.4.	Emisja hałasu do środowiska.....	65
9.3.5.	Zarządzanie odpadami .....	66
<b>10.</b>	<b>RODZAJ DOKUMENTACJI GEOLOGICZNEJ MAJĄCEJ POWSTAĆ W WYNIKU ROBÓT GEOLOGICZNYCH .....</b>	<b>69</b>
<b>11.</b>	<b>SPIS LITERATURY I MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH.....</b>	<b>69</b>
<b>SPIS ZAŁĄCZNIKÓW</b>		
1.	Mapa topograficzna z naniesioną lokalizacją projektowanego otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego wód termalnych Dębno GT-1 w skali 1:50 000.	
2.	Mapa sytuacyjno-wysokościowa z naniesioną lokalizacją projektowanego otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego wód termalnych Dębno GT-1 w skali 1:10 000.	
3.	Fragment Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Dębno (385), autorzy: A. Piotrowski, 2000.	
4.	a) Fragment Mapy Geośrodowiskowej Polski (II) w skali 1:50 000, plansza A, arkusz Dębno (385), autor: L. Zaleszkiewicz, 2016. b) Fragment Mapy Geośrodowiskowej Polski (II) w skali 1:50 000, plansza B, arkusz Dębno (385), autorzy: B. Stec, 2016.	
5.	Fragment Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Dębno (385), autorzy: M. Schiewe, Z. Wiśniowski, 2002.	

6. Schematyczny przekrój geologiczny.
- 7.a. Projekt geologiczno-techniczny otworu Dębno GT-1 – wariant I.
- 7.b. Projekt geologiczno-techniczny otworu Dębno GT-1 – wariant II.
8. Wypis z rejestru gruntów (8.a.) i wyrys z mapy ewidencyjnej gruntów (8.b.).

Mapy topograficzne dla obszarów lądowych wykorzystane do opracowania załączników nr 1 i 2 zostały pozyskane z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

## **SPIS TABEL**

Tab. 1. Zestawienie wyników opróbowania utworów jury dolnej w otworze Gorzów Wielkopolski IG-1 (Feldman-Olszewska red., 2014).....	18
Tab. 2. Charakterystyka pięter wodonośnych JCWPd nr 23 występujących w rejonie projektowanego wiercenia. ....	38
Tab. 3. Spodziewany profil litologiczno-stratygraficzny otworu Dębno GT-1.....	40
Tab. 4. Projektowana konstrukcja otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Dębno GT-1 – <b>wariant I</b> : udostępnienie utworów wodonośnych wapienia muszlowego. ....	45
Tab. 5. Projektowana konstrukcja otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Dębno GT-1 – <b>wariant II</b> : udostępnienie utworów wodonośnych jury dolnej. ....	46
Tab. 6. Harmonogram zamierzonych robót geologicznych.....	59

## **SPIS RYSUNKÓW**

Rys. 1. Obszar projektowanych robót na tle regionalizacji fizycznogeograficznej Kondrackiego .....	7
Rys. 2. Położenie archiwalnych otworów wiertniczych w rejonie projektowanych robót wraz z lokalizacją projektowanego otworu Dębno GT-1. ....	12
Rys. 3. Mapa rozkładu gęstości ziemskiego strumienia ciepłego w zachodniej części Niżu Polskiego.....	14
Rys. 4. Lokalizacja otworu badawczego Gorzów Wielkopolski IG-1 oraz projektowanego otworu Dębno GT-1 na tle Mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku. ....	17
Rys. 5. Mapa miąższości kredy górnej w niecce szczecińskiej .....	32
Rys. 6. Regionalne jednostki tektoniczne obszaru zachodniej części Niżu Polskiego w ujęciu Narkiewicza i Dadleza (2008) oraz Karnkowskiego (2008).....	32
Rys. 7. Projektowana lokalizacja otworu termalnego Dębno GT-1 na tle obszarów chronionych. ....	62

## **1. WSTĘP**

Niniejszy projekt robót geologicznych sporządzono na zlecenie Gminy Dębno, z siedzibą w Urzędzie Miejskim w Dębnie przy ul. Piłsudskiego 5, 74-400 Dębno.

Projekt przewiduje wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego wód termalnych Dębno GT-1 o głębokości 1860 m ( $\pm 10\%$ ) w miejscowości Dębno, położonej w gminie Dębno, powiecie myśliborskim, województwie zachodniopomorskim.

Głównym celem projektowanych robót jest rozpoznanie oraz ujęcie wód termalnych z utworów wodonośnych triasu środkowego (poziom wapienia muszlowego). Oczekiwane przez inwestora parametry eksploatacyjne projektowanego otworu, ujmującego poziom wapienia muszlowego, przedstawiają się następująco:

- wydajność: 50 m<sup>3</sup>/h;
- temperatura wody termalnej na wypływie: 60°C;
- mineralizacja wody: 120 – 150 g/dm<sup>3</sup>.

W przypadku niezyskania zakładanych parametrów eksploatacyjnych inwestor może podjąć decyzję o udostępnieniu dolnojurajskiego kolektora wód termalnych, o przewidywanej wydajności 150 m<sup>3</sup>/h, temperaturze wód na wypływie 42°C, oraz mineralizacji około 50 g/dm<sup>3</sup>.

Szczegółowe rozpoznanie warunków geologicznych oraz potencjału geotermalnego w rejonie projektowanego otworu będzie możliwe po wykonaniu prac przedstawionych w niniejszym projekcie.

Z przeprowadzonych robót i badań geologicznych zostanie sporządzona dokumentacja hydrogeologiczna, w której ustalone zostaną zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych.

Wody termalne ujęte planowanym do realizacji otworem Dębno GT-1 będą wykorzystane do celów ciepłowniczych.

Lokalizacja projektowanego otworu została ustalona w oparciu o szczegółową analizę budowy geologicznej rejonu planowanej inwestycji oraz dostosowana do położenia działek będących w posiadaniu inwestora, tj. Gminy Dębno.

**Niniejszy projekt sporządzono z wykorzystaniem następujących aktów prawnych:**

- *Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2019 r., poz. 868, tekst jednolity z późn. zm.),*
- *Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. Nr 288, poz. 1696 z późn. zm.),*
- *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. z 2019 r., poz. 1839),*
- *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. z 2016 r. poz. 2033),*
- *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 grudnia 2016 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych (Dz. U. z 2016 r. poz. 2023),*
- *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),*
- *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. z 2017 r. poz. 2075),*
- *Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (tekst jednolity w Dz. U. z 2017 r. poz. 1161),*
- *Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (tekst jednolity w Dz. U. z 2020 r. poz. 310 z późn. zm.),*
- *Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (tekst jednolity w Dz. U. z 2020 r., poz. 55),*
- *Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (tekst jednolity w Dz. U. z 2020 r., poz. 797 z późn. zm.),*
- *Ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych (tekst jednolity w Dz. U. z 2017 r., poz. 1849 z późn. zm.),*
- *Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. z 2020 r. poz. 10).*



## 2. CHARAKTERYSTYKA REJONU ZAMIERZONYCH ROBÓT GEOLOGICZNYCH

### 2.1. Położenie administracyjne i geograficzne

Projektowane roboty geologiczne prowadzone będą w miejscowości Dębno, położonym w województwie zachodniopomorskim, powiecie myśliborskim, w gminie Dębno. Dębno znajduje się 23 km na południowy-zachód od Myśliborza oraz 36 km na zachód od Gorzowa Wielkopolskiego.

Według podziału fizyczno-geograficznego Polski (Kondracki, 2002) omawiany teren należy do prowincji Niziny Środkowoeuropejskiej, podprowincji Pojezierza Południowobałtyckiego, makroregionu Pojezierza Południowopomorskiego, oraz w końcowej klasyfikacji do mezoregionu Równina Gorzowska (rys. 1). Występuje tu typ krajobrazu o charakterze młodoglacjalnym. W rejonie Dębna występują równinne obszary sandru rzeki Myśli przecinane dolinami wód roztopowych wykorzystywanymi przez rzeki, z licznymi ciągnącymi się wzdłuż nich torfowiskami (Stoiński, Wieczorek, 2008 w: Objasnienia do mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, arkusz Dębno).

Omawiany obszar znajduje się w dorzeczu Odry i jest odwadniany generalnie w kierunku południowym. Główną rzeką jest Myśla, płynąca w kierunku południowo-zachodnim po wschodniej stronie Dębna, wraz z dopływami: Sienicą i Kosą (Stoiński, Wieczorek, 2008 w: Objasnienia do mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, arkusz Dębno).

Między Dębniem a Chwarszczanami, na obszarze prawobrzeżnej Sienicy i Myśli, znajduje się cały szereg mniejszych i większych jezior, obszarów podmokłych i niewielkich cieków wodnych, tworzących miejscami bardzo gęstą sieć (Stoiński, Wieczorek, 2008 w: Objasnienia do mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, arkusz Dębno).

Dębno, położone nad rzeką Kosą i jeziorem Lipowo, na wysokości 40 m n.p.m., jest drugim (po Barlinku) najludniejszym miastem powiatu myśliborskiego (ok. 12,8 tys. mieszkańców według danych statystycznych Gminy Dębno - <https://debno.pl>; dostęp czerwiec 2020). Biegnie tędy droga krajowa nr 23 wiodąca z Myśliborza do Sarbinowa.

Według Programu Ochrony Środowiska dla Gminy Dębno na lata 2014 – 2017 z perspektywą na lata 2018 – 2021 (Masiota-Tomaszewska i in., 2014) większość terenu gminy zajmują użytki leśne (52% ogólnej pow. gminy) oraz rolne (39,5%).

Obszar gminy należy do strefy klimatu umiarkowanego z wzajemnym przenikaniem się wpływów klimatu oceanicznego i kontynentalnego. Najczęściej nad teren gminy napływają wilgotne masy powietrza o genezie polarno-morskiej z kierunku zachodniego. Tym samym

dominują wiatry zachodnie, przy czym znaczny jest udział wiatrów silnych. Średnia roczna temperatura powietrza przekracza 8°C. Średnia temperatura stycznia dla gminy waha się w granicach od -1°C do -1,5°C, a lipca od 17,5°C do 18°C. Średnie roczne opady wynoszą ok. 560 mm, przy czym najwyższe opady występują od lipca do sierpnia, a najniższe w okresie od lutego do kwietnia. Pokrywa śnieżna utrzymuje się od 38 do 50 dni, a okres wegetacyjny trwa od 200 do 230 dni (Masiota-Tomaszewska i in., 2014).



Rys. 1. Obszar projektowanych robót na tle regionalizacji fizycznogeograficznej Kondrackiego (źródło: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Regionalizacja\\_fizycznogeograficzna\\_Polski](https://pl.wikipedia.org/wiki/Regionalizacja_fizycznogeograficzna_Polski); dostęp: czerwiec 2020).

## 2.2. Położenie projektowanego otworu w państwowym układzie współrzędnych

Wstępne współrzędne projektowanego otworu Dębno GT-1 wynoszą:

- w układzie PL-2000 strefa 5:

$$X = 5843532,5$$

$$Y = 5478514,1$$

- w układzie współrzędnych geograficznych:

$$N: 52^{\circ}43'27,3''$$

$$E: 14^{\circ}40'55,1''$$



W zależności od możliwości technicznych urządzenia wiertniczego przewiduje się możliwość zmiany położenia otworu Dębno GT- 1 z zastrzeżeniem, że projektowane roboty nie przekroczą granic działki nr 45/32 obręb Dębno 7.

### **2.3. Opis zagospodarowania terenu**

Projektowana inwestycja będzie realizowana na działce o numerze ewidencyjnym 45/32, obręb Dębno 7, znajdującej się w mieście Dębno. Właścicielem działki jest Inwestor (zał. 8a, 8b).

Obecnie działka stanowi teren łąk i nieużytków. Jej powierzchnia wynosi 1,48 ha. Rzędna terenu w miejscu projektowanego wiercenia wynosi około 41 m n.p.m.

Teren działki nie jest ogrodzony. Dostęp do miejsca prac wiertniczych będzie od ulicy Dargomyskiej w Dębnie.

Rejon projektowanych robót odznacza się bardzo niskim stopniem zurbanizowania. Od strony północnej i zachodniej projektowanego terenu występują obszary rolne: pastwiska, grunty orne, łąki. Od strony południowej i wschodniej graniczy z terenami leśnymi oraz ulicą Dargomyską. Projektowany otwór Dębno GT-1 znajduje się poza granicami form ochrony przyrody, obszarami i terenami górniczymi oraz strefami ochronnymi ujęć wód podziemnych.

Lokalizację otworu Dębno GT-1 przedstawiono na mapie topograficznej (zał. 1) i sytuacyjno-wysokościowej (zał. 2).

### **3. STAN ROZPOZNANIA OBSZARU BADAŃ**

#### **3.1. Rozpoznanie budowy geologicznej**

Projektowane roboty, związane z realizacją otworu Dębno GT-1, prowadzone będą na obszarze bloku Gorzowa. Jest to regionalna jednostka geologiczna, intensywnie badana w ostatnich dekadach z powodu występowania w jej obrębie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego (w utworach cechsztyńskich) (Karnkowski, 2008).

Badania sejsmiczne i prace wiertnicze w tym rejonie rozpoczęto w latach 1957 – 1959 r. Wykonano wówczas pierwsze regionalne profile sejsmiczne na południe od Gorzowa Wlkp. oraz otwór badawczy Gorzów Wielkopolski IG-1 (Mamczur i in., 1997).

Właściwy etap rozpoznania budowy rejonu na podstawie prac sejsmicznych rozpoczęto w 1968 r. Wykonano wówczas profile sejsmiczne w siatce regionalnej. Prace te były kontynuowane w 1969 r. jako zdjęcie półregionalne, a efektem ich było odkrycie podniesienia Cychry, Dębno, Myślibórz (Mamczur i in., 1997).

Na przełomie lat 1970 – 1971 zrealizowano otwór Myślibórz GN-1, w którym z utworów dolomitu głównego otrzymano minimalny przyływ gazu palnego. Na strukturze Cychry zrealizowano otwór Cychry-1 (1972 – 1973), w którym po nawierceniu ok. 3 m dolomitu głównego nastąpiła erupcja gazu ziemnego z siarkowodorem. Ze względu na wysoki gradient ciśnienia złożowego, obecność H<sub>2</sub>S oraz ówczesny stan techniki wiertniczej przez wiele lat nie prowadzono prac wiertniczych w tym rejonie. Nadal natomiast prowadzono prace sejsmiczne obejmując ich zasięgiem również rejony sąsiednie. Wynikiem tych prac było odkrycie struktury Sulęcina, na której w latach 1972 – 1973 odwiercono otwór badawczy Sulęcina-1, uzyskując z utworów dolomitu głównego przemysłowy przyływ ropy naftowej. W następnych latach wykonywano uzupełniające prace sejsmiczne na strukturze Sulęcina, jednocześnie prowadząc prace wiertnicze. Wyniki tych prac pozwoliły na rozpoznanie budowy złoża ropy naftowej i struktury (Mamczur i in., 1997).

W latach 1975 – 1979 prowadzono dalsze prace sejsmiczne o charakterze zdjęcia półszczegółowego, których efektem było uściślenie budowy struktury Cychry, a także zasygnalizowanie po raz pierwszy szeregu podniesień: Zielin, Dębno, Różańsko, Barnówko, Lubiszyn, Dzeduszyce, Namyślin, Murzynowo, Chartów oraz Jeniniec i Korbielewo (Mamczur i in., 1997).

Prowadzone prace poszukiwawcze oraz analizy geologiczne wykazały, że główne perspektywy poszukiwawcze należy wiązać z utworami dolomitu głównego cechsztynu,

a w szczególności ze strefą barierową tych utworów. W związku z tym dalsze prace poszukiwawcze lokalizowano na obiektach w utworach dolomitu głównego udokumentowanych badaniami sejsmicznymi.

W kolejnych latach zrealizowano kilka otworów na strukturach podniesionych (Gorzów-2, Korbielewko-1 i -2), jednak ze względów technicznych (brak zabezpieczeń przed wysokimi gradientami ciśnień oraz siarkowodorem w gazie), a także ekonomicznych (niska zawartość węglowodorów oraz brak zbytu takiego gazu) wiercenie otworów w tym rejonie zostało zawieszono (Mamczur i in., 1997).

Do dalszych prac wiertniczych przystąpiono po otrzymaniu urządzeń zabezpieczających oraz wdrożeniu nowych technologii w wierceniach. W 1986 r. rozpoczęto rozpoznanie struktury Jeniniec, na której otworem J-1 odkryto złoża ropy naftowej o zasobach wydobywalnych 90 tys. ton. Odkrycie tego złoża spowodowało, że podniesienia w rejonie Kostrzyn-Myślibórz-Gorzów Wielkopolski stały się bardzo interesujące dla poszukiwań, szczególnie złóż ropy naftowej. Dlatego w 1988 r. poddano reinterpretacji profile sejsmiczne z lat 1969 – 1979. Wynikiem tych prac było potwierdzenie wcześniej odkrytych podniesień strukturalnych: Cychry, Lubiszyn, Brzozowa, Zielin, Różańsko, Barnówko, Dzieduszyce, Namyslin. Ówczesna wiedza o budowie tych elementów była niewystarczająca do rozpoczęcia rozpoznawania ich pracami wiertniczymi, ale uzasadniała zaprojektowanie uzupełniającego zdjęcia sejsmicznego, które wykonano w latach 1988 – 1990. Na podstawie tych prac udokładniono kształt i morfologię wcześniej zasygnalizowanych form oraz wykryto kilka nowych (Mostno, Buszewo, Brzeźno, Podlesie). Badanie to, jak i te z lat poprzednich, rozszerzyły stan rozpoznania geologicznego oraz ukierunkowały dalsze prace geologiczne i wiertnicze (Mamczur i in., 1997).

W 1989 r. odkryto złoża ropy naftowej i gazu ziemnego Górzycy usytuowane w zachodniej części elementu Chartów-Ownice-Kamień Mały, przy granicy polsko-niemieckiej i oddzielone niewielkim przegłębieniem od złoża ropy naftowej Kietz (po stronie niemieckiej). Rozpoznanie złoża prowadzono w latach 1989 – 1991, w którego wyniku udokumentowano zasoby wydobywalne wynoszące 970 tys. ton. ropy naftowej oraz 1690 mln m<sup>3</sup> gazu ziemnego.

W 1991 r. rozpoczęto rozpoznawanie struktury Zielin usytuowanej w strefie głębokowodnej dolomitu głównego. Stwierdzono występowanie złoża ropy naftowej (zasoby wydobywalne 230 tys. t) i gazu ziemnego (zasoby wydobywalne 220 mln m<sup>3</sup>). Prace rozpoznawcze kontynuowano do 1995 r. (Mamczur i in., 1997).

Na podstawie prac sejsmicznych w rejonie Dębna określono przebieg strefy barierowej dolomitu głównego, a także wyinterpretowano w jej obrębie wiele obiektów strukturalnych. Północno-zachodnia jej część okazała się bardzo perspektywiczna dla poszukiwania złóż węglowodorów. Prace poszukiwawcze rozpoczęte w 1992 r. potwierdziły gazoność struktury Różańsko. Po zrealizowaniu na strukturze dwóch otworów, dla uściślenia jej budowy geologicznej, wykonano w 1993 r. pierwsze w Polsce zdjęcie sejsmiczne 3D.

W latach 1993 – 1994 odkryto złoża ropy naftowej z czapą gazową na strukturach Mostno (otworem Mostno-1), Barnówko (Barnówko-1) i Buszewo (Buszewo-1). Początkowo sądzono, że odkryto 3 niewielkie złoża położone obok siebie, jednak po wykonaniu badań sejsmicznych 3D oraz wykonaniu kolejnych wierceń potwierdziło się przypuszczenie, że jest to jedno złożo. Obecnie ze złoża Barnówko-Mostno-Buszewo (BMB) pochodzi około 80% krajowego wydobycia ropy naftowej na lądzie. Eksploatowanych jest kilkadziesiąt odwiertów, a samo złożo uważane jest za największe w Polsce (<https://pl.wikipedia.org>; dostęp: czerwiec 2020).

Prace sejsmiczne oraz wiertnicze ukierunkowane na zbadanie struktur głębokiego podłoża przyczyniły się również do lepszego rozpoznania utworów mezozoicznych, w tym osadów triasu środkowego i jury dolnej, w których prognozuje się występowanie wód termalnych.

Rozmieszczenie otworów wiertniczych w rejonie projektowanych robót przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Położenie archiwalnych otworów wiertniczych w rejonie projektowanych robót wraz z lokalizacją projektowanego otworu Dębno GT-1 (<http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl>; dostęp: czerwiec 2020).

W pobliżu Dębna znajdują się następujące udokumentowane złoża kopalin: złożo gazu ziemnego Cychry (ok. 3,3 km na SE od projektowanego otworu) oraz złożo ropno-gazowe Barnówko-Mostno-Buszewo (B-M-B) po północno-zachodniej stronie Dębna (<http://igs.pgi.gov.pl>; dostęp: czerwiec 2020).

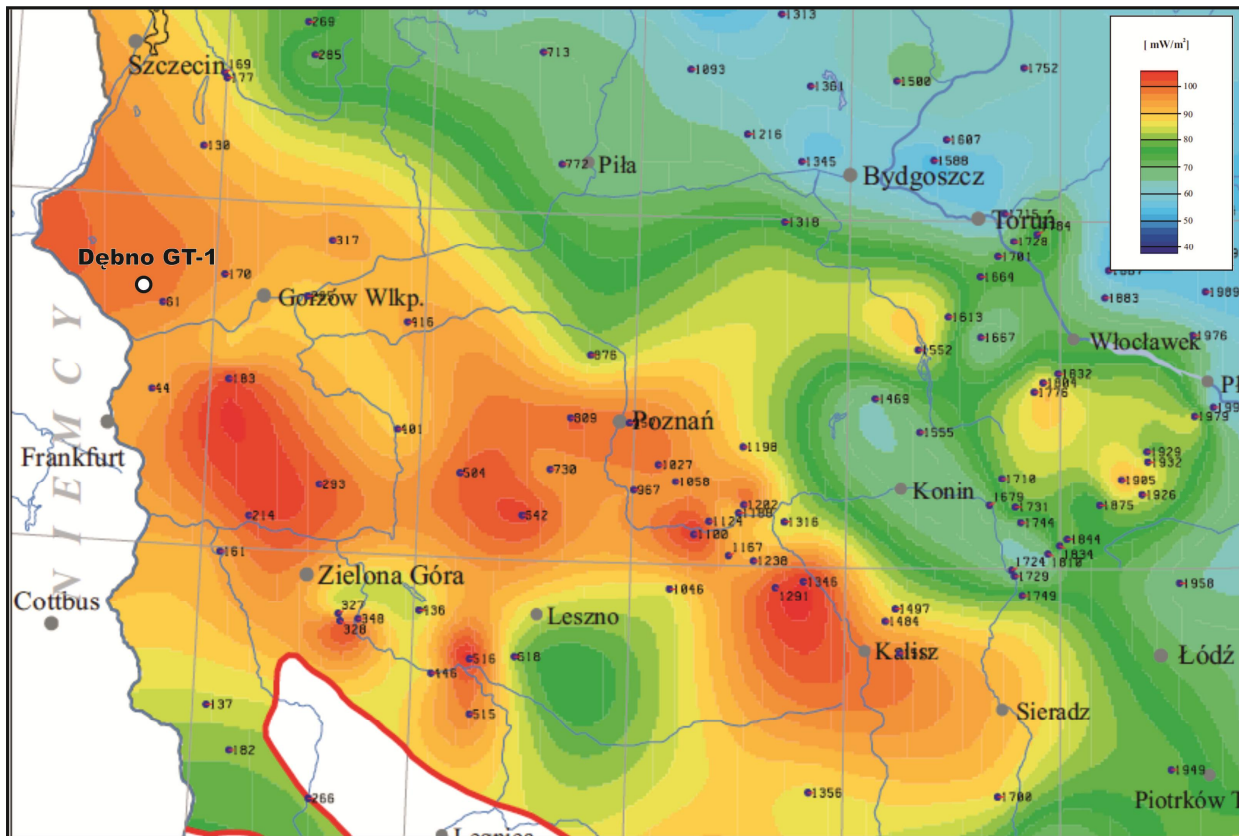


### **3.2. Rozpoznanie warunków geotermicznych oraz perspektywy uzyskania wód termalnych z otworu Dębno GT-1**

Zgodnie z zapisami ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* (tekst jednolity w Dz. U. z 2019 r. poz. 868) wodą termalną jest woda podziemna, która na wypływie z ujęcia ma temperaturę nie mniejszą niż 20°C.

W rejonie Dębna i okolic nie wykonano dotychczas żadnego otworu termalnego. Obecność wód termalnych stwierdzano natomiast przy okazji prowadzenia wierceń naftowych lub badawczych (otwory: Gorzów Wielkopolski IG-1 oraz Ośno IG-2).

Według Mapy rozkładu gęstości ziemskiego strumienia ciepłego na Niżu Polskim (Górecki red., 2006) rejon Dębna znajduje się na obszarze wysokiego powierzchniowego strumienia ciepłego. Jest to pas o szerokości około 50 – 70 km znajdujący się na monoklinie przedsudeckiej, gdzie wartości strumienia ciepła sięgają 90 – 105 mW/m<sup>2</sup> (rys. 3). Wysokie wartości związane są z występowaniem orogenu waryscyjskiego zbudowanego prawdopodobnie z utworów o wysokiej produkcji ciepła radiogenicznego (Górecki red., 2006). Maksymalne wartości częściowo korelują się z miejscami występowania w głębokim podłożu permskich skał wulkanicznych (Nawrocki i Becker red., 2017). Obszar wysokich wartości strumienia ciepłego na Niżu Polskim należy uznać za rejon o największych perspektywach dla pozyskania energii geotermalnej (Górecki red., 2006).



Rys. 3. Mapa rozkładu gęstości ziemskiego strumienia ciepłego w zachodniej części Niziny Polskiej (Górecki red., 2006).

Możliwości pozyskania wód termalnych do celów ciepłowniczych w rejonie Dębna są związane z węglanowymi utworami triasu środkowego (wapienia muszlowego) oraz piaskowcowo-mułkowymi poziomami zbiornikowymi jury dolnej (liasu).

### 3.2.1. Zbiornik geotermalny triasu środkowego

Trias środkowy (poziom wapienia muszlowego) stanowi jeden z mniej rozpoznanych poziomów wodonośnych formacji mezozoicznej na Nizynie Polskiej, dlatego wzbudza duże zainteresowanie badawcze dotyczące m. in. własności zbiornikowych (Gancarz, 2015).

Trias środkowy budują w głównej mierze wapień i dolomity. Zbiornikowe własności tych skał zależą od ich cech strukturalnych oraz przemian diagenetycznych, a odmienne warunki ich tworzenia prowadzą do powstania osadów o różnych własnościach pierwotnej przestrzeni porowej. Wśród węglanowych skał zbiornikowych dominuje porowatość wtórna, ponieważ porowatość pierwotna zostaje utracona podczas procesu diagenetyzacji (Gajewska; 1997; Motyka, 1988; Plewa i Plewa, 1992; Scholle, 1981).

Podstawowym problemem jest brak wiedzy w zakresie rozkładu parametrów porowatości i przepuszczalności, jak również szczątkowe informacje na temat wydajności jednostkowych otworów w utworach wapienia muszlowego na Niżu Polskim, szczególnie w głębszych strefach zalegania. Poziom wapienia muszlowego nie był bowiem perspektywiczny pod względem występowania węglowodorów, dlatego był zasadniczo pomijany we wszelkich analizach (Gancarz, 2015).

Szczegółową charakterystykę porowatości całkowitej i przepuszczalności dla wydzielonych typów litologicznych skał oraz ogniwi wapienia muszlowego w obrębie poszczególnych jednostek strukturalnych Niżu Polskiego, dokonaną na podstawie dostępnych wyników badań, przedstawia praca Gancarz (2015). Dane pochodziły z Bazy Danych Katedry Surowców Energetycznych, Banku HYDRO Państwowego Instytutu Geologicznego, serii opracowań pt. „Profile głębokich otworów wiertniczych” PIG oraz dokumentacji wynikowych otworów PIG. Do analiz wykorzystano wyniki pomiarów laboratoryjnych porowatości i przepuszczalności z dokumentacji wynikowych 42 otworów wiertniczych rozmieszczonych na obszarze Niżu Polskiego.

Średnia porowatość całkowita utworów wapienia muszlowego na obszarze monokliny przedsudeckiej wynosi około 6% (porowatość maksymalna około 27%), natomiast na obszarze niecki szczecińskiej odpowiednio 2% i 24,5 % (Gancarz, 2015).

W obrębie całej formacji obserwuje się wartości przepuszczalności bliskie zera. Większość badanych prób zawiera się w przedziale przepuszczalności 0 – 0,1 mD. Najbardziej korzystny rozkład przepuszczalności w utworach wapienia muszlowego obserwuje się między innymi na obszarze niecki szczecińskiej i monokliny przedsudeckiej. Należy pamiętać, że pomiary laboratoryjne przeprowadzane są na bardzo małych próbkach rdzeni, co nie może uwzględnić istnienia makroszczelinowatości, która jest decydująca dla ogólnej przepuszczalności skał węglanowych (Gancarz, 2015).

Rozkład wartości porowatości całkowitej w poszczególnych ogniwach wapienia muszlowego nie jest tak zróżnicowany jak w przypadku rozkładu według jednostek strukturalnych. W każdym z wydzielonych ogniwi wapienia muszlowego obserwuje się dość znaczny udział porowatości pierwotnych, przeważnie w zakresie 0 – 10%. Najkorzystniejszy rozkład parametru porowatości całkowitej i przepuszczalności obserwuje się w dolnym wapieniu muszlowym (wapienie czyste oraz wapienie piankowe). Maksymalne porowatości dochodzą tam do 27,5 %, a przepuszczalność niektórych próbek przekracza 100 mD. Niemniej

jednak z tego samego ogniwa pochodzi także dość liczna populacja próbek o przepuszczalności zaledwie 0,1 mD (Gancarz, 2015).

Podsumowując należy stwierdzić, że skały węglanowe wapienia muszlowego charakteryzują się obecnością złożonej przestrzeni szczelinowej i porowej, a brak wiedzy na temat szczelinowatości tych utworów utrudnia jednoznaczną ocenę parametrów zbiornikowych. Stwierdzone dotychczas bardzo niskie wartości przepuszczalności skał wapienia muszlowego świadczą o niezbyt dobrych własnościach zbiornikowych utworów węglanowych tej formacji (Gancarz, 2015). Niemniej, aby to potwierdzić, należałoby przeprowadzić szczegółową analizę przestrzeni szczelinowej na materiale rdzeniowym pobranym z projektowanego otworu oraz wykonać testy hydrodynamiczne omawianego horyzontu.

W rejonie Dębna przewidywana temperatura złożowa w interwale występowania utworów wapienia muszlowego wynosi od około 60°C w stropie do około 65°C w spągu (Górecki red., 2006). Mineralizacja wód z tego poziomu prawdopodobnie wyraźnie przekracza 100 g/dm<sup>3</sup> (wg Góreckiego (2006) w stropie wapienia muszlowego należy się spodziewać mineralizacji rzędu 120 g/dm<sup>3</sup>). Brak jest z kolei informacji na temat możliwych do uzyskania wydajności otworów ujmujących rozpatrywany horyzont. W otworach badawczych Gorzów Wielkopolski IG-1 oraz Ośno IG-2 nie wykonano opróbowania wapienia muszlowego, natomiast wyniki opróbowania utworów jury dolnej i pstrego piaskowca dają przesłanki o możliwości wystąpienia samowypływów wód również z utworów triasu środkowego. Inwestor, aby zrealizować zakładany cel ekonomiczny przedsięwzięcia, zakłada minimalną wydajność eksploatacyjną projektowanego otworu na poziomie 50 m<sup>3</sup>/h przy temperaturze wód na wypływie 60°C oraz mineralizacji dochodzącej do 150 g/dm<sup>3</sup>.

### **3.2.2. Zbiornik geotermalny jury dolnej**

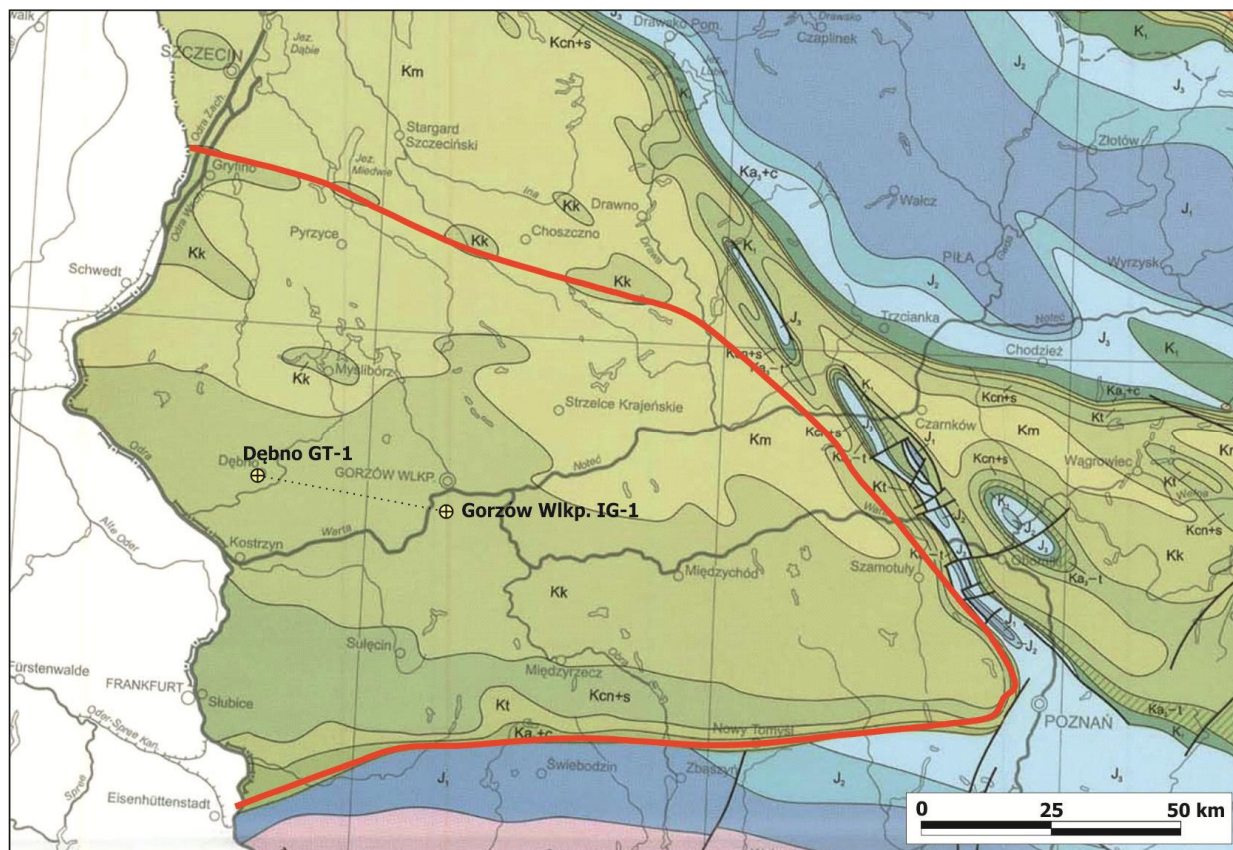
Przepuszczalne utwory jury dolnej są najbardziej perspektywnym kolektorem wód termalnych na Niżu Polskim. Utwory te są generalnie dobrze rozpoznane i opróbowane. Ponadto szereg inwestycji zrealizowanych, oraz w trakcie realizacji, potwierdza potencjał tego zbiornika (m.in. Pyrzyce, Toruń, Sieradz, Turek).

Według Atlasu zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim (Górecki red., 2006) temperatura wód termalnych w utworach jury dolnej w rejonie Dębna osiąga wartość od około 33-34°C w stropie do około 43-44°C w spągu, przy sumarycznej miąższości warstw wodonośnych wynoszącej w przybliżeniu 150 m. Według autorów opracowania



potencjalna wydajność otworu pracującego w systemie dubletu geotermalnego wynieść może tutaj około 160 – 170 m<sup>3</sup>/h.

Wodonośny poziom liasu został opróbowany w otworze badawczym Gorzów Wielkopolski IG-1. Otwór ten, o głębokości końcowej 3100,5 m, został wykonany na obszarze bloku Gorzowa, około 37 km na SEE od Dębna (rys. 4). Prace wiertnicze prowadzono w latach 1957 – 1959.



Rys. 4. Lokalizacja otworu badawczego Gorzów Wielkopolski IG-1 oraz projektowanego otworu Dębno GT-1 na tle Mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku (Dadlez, Marek i Pokorski, 2000). Linia czerwoną zaznaczono granicę bloku Gorzowa.

Zasadniczym celem otworu Gorzów Wielkopolski IG-1 było uzyskanie profilu utworów mezozoiku i młodszego paleozoiku oraz rozpoznanie wykształcenia facjalnego utworów cechsztynu. Ponadto profil wiercenia, jako pierwszy uzyskany w rejonie północno-zachodniej części monokliny przedsudeckiej, miał stanowić punkt odniesienia do interpretacji geologicznej regionalnych profili sejsmicznych (Feldman-Olszewska red., 2014).

Opróbowanie poziomów zbiornikowych w otworze Gorzów Wielkopolski IG-1 przeprowadzono po zakończeniu wiercenia. Łącznie opróbowano 6 poziomów piaskowcowych,



w tym 3 w obrębie utworów jury dolnej. Utwory jury dolnej stwierdzono w interwale 757 – 1132 m. Wyniki opróbowania utworów jurajskich przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Zestawienie wyników opróbowania utworów jury dolnej w otworze Gorzów Wielkopolski IG-1 (Feldman-Olszewska red., 2014).

Głębokość [m p.p.t.]	Stratygrafia	Rodzaj przyływu	Sucha pozostałość [g/cm <sup>3</sup> ]	Wydajność [m <sup>3</sup> /h]	Temperatura wody na wypływie [°C]	Ciśnienie głowicowe [at]	Poziom hydrostatyczny [m p.p.t.]
750 – 760	J <sub>1-2</sub>	woda zanieczyszczona płuczką (samowypływ)	31,9	12,0	32	-	-
1000–1020	J <sub>1</sub>	solanka (samowypływ)	64,4	18,0	37	5	+48
1054,9	J <sub>1</sub>	solanka zanieczyszczona płuczką (samowypływ)	53,1	-	-	-	-

Przyływ solanki zanieczyszczonej płuczką z głębokości **1054,9 m** nastąpił w miejscu przetarcia rur 9 5/8". Podczas szcerpywania płuczki nastąpił trwający 1,5 godziny samoczynny wypływ solanki. Pomiarów wydajności nie wykonywano, pobrano jedynie próbkę solanki w celu wykonania analizy fizyko-chemicznej. Sucha pozostałość wynosiła 53,1 g/dm<sup>3</sup>, a odczyn wody był obojętny (pH=7). Wodę scharakteryzowano jako 5,3% solankę chlorkowo-sodową. Mineralizacja solanki była nieco zaniżona z powodu rozcieńczenia płuczką. Wartości wskaźników hydrochemicznych wykazały, że są to wody reliktowe, często wysłodzone. Kontakt z wodami infiltracyjnymi jest utrudniony.

Poziom **1000 – 1020 m** udostępniono do badań poprzez perforację rur okładzinowych 9 5/8". Oddano 200 strzałów, uzyskując samoczynny wypływ solanki w ilości 18,0 m<sup>3</sup>/h. Poziom hydrostatyczny wyniósł 48 m ponad powierzchnią terenu (wyliczony). Temperatura solanki, mierzona na wypływie wynosiła 37°C, a ciśnienie głowicowe 5 at. Wodę scharakteryzowano jako 6,4% solankę chlorkowo-sodową, jodkową.

Poziom **750 – 760 m** odsłonięto, wykonując perforację bezpociskową rur 9 5/8" (100 strzałów). Po perforacji uzyskano samoczynny wypływ wody w ilości 12 m<sup>3</sup>/h. Temperatura wody na wypływie wyniosła 32°C, a pH=7. Wodę scharakteryzowano jako 3,2% solankę typu chlorkowo-sodowego.

Jak wynika z rys. 4, projektowany otwór Dębno GT-1 oraz archiwalny otwór Gorzów Wielkopolski IG-1 leżą wzdłuż linii mającej przebieg równoległy do biegu struktur mezozoicznych w obrębie bloku Gorzowa (rys. 4). Rzędne stropu i spągu utworów liasu w otworze badawczym Gorzów Wlkp. IG-1 (-735 do -1110 m n.p.m) w zasadzie nie różnią się znacząco od projektowanych w otworze Dębno GT-1 (ok. -710 do -990 m n.p.m). Podobnych warunków można się spodziewać również jeśli chodzi o warunki termiczne oraz ciśnienia wód (możliwe wystąpienia samowypływów o znacznych wydajnościach).

Perspektywiczne dolnojurańskie poziomy wodonośne w rejonie Dębna są związane z utworami piaskowcowymi i heterolitami następujących formacji: zagajskiej, skłobskiej, ostrowieckiej, częściowo gielniowskiej i komorowskiej.

Większość piaskowców dolnej jury w otworze Gorzów Wielkopolski IG-1 odznacza się wyraźną międzyziarnową porowatością, co wynika ze słabego związania materiału detrytycznego nielicznym spoiwem ilastym i skąpą zawartością krzemionki. Najbardziej zwarte są piaskowce o spoiwie węglanowym (Feldman-Olszewska, 2014).

W przypadku braku perspektyw na uzyskanie zakładanych parametrów eksploatacyjnych otworu w poziomie zbiornikowym wapienia muszlowego inwestor zakłada ujęcie do eksploatacji poziomów wodonośnych jury dolnej. W takiej sytuacji projektowanym otworem Dębno GT-1 przewiduje się uzyskanie z poziomu jury dolnej dopływu wód termalnych w ilości 150 m<sup>3</sup>/h, temperaturze na wypływie z otworu minimum 42°C, oraz mineralizacji około 50 g/dm<sup>3</sup> (za Góreckim red., 2006).

#### **4. BUDOWA GEOLOGICZNA**

Skały permsko-mezozoiczne zostały poznane w wierceniach w okolicy Gorzowa, gdzie stwierdzono: cechsztyń w facji salinarnej (1000 m, nieprzewiercony), kompletny trias: pstry piaskowiec (700 m), wapień muszłowy (200 m), kajper (500 m) oraz jurę: dolną (400-500 m), środkową (300 m) i górną (400 m). Osady kredy rozpoczynają się morskimi utworami albu, a kończą osadami mastrychtu (Stupnicka & Stempień-Sałek, 2016 za Cieśliński, Jaskowiak, 1973).

##### **4.1. Stratygrafia**

Przedstawiony poniżej projektowany profil litostratygraficzny otworu Dębno GT-1 rozpoczyna się opisem skał pstrego piaskowca górnego (retu), w których przewiduje się zakończenie wiercenia.

### **TRIAS**

#### **TRIAS DOLNY**

##### ***PSTRY PIASKOWIEC***

##### ***PSTRY PIASKOWIEC GÓRNY (RET)***

##### *Warstwy z Wilczkowic*

Utwory triasu dolnego na obszarze Niżu Polskiego są w większości utworami lądowymi powstałymi w warunkach klimatu gorącego i suchego (Górecki red., 2006). Utwory te określa się mianem „pstręgo piaskowca”, będącego nieformalną jednostką stratygraficzną triasu, wydzieloną w oparciu o kryteria litostratygraficzne (Szyperko-Śliwczyńska, 1980).

Górny pstry piaskowiec, powszechnie zwany retem, powstawał w czasie stopniowej transgresji morza, w środowisku równiny nadbrzeżnej, przejściowo zalewanej na skutek niewielkich podniesień poziomu morza (środowisko sebhya). Jego profil charakteryzuje się znacznie większym udziałem dolomitów i wapieni, których udział ku górze staje się dominujący.

Wiercenie otworu Dębno GT-1 planuje się zakończyć w stropowej części retu, tzw. warstwach z Wilczkowic (warstwy nadgipsowe). Miąższość warstw wynosi około 40-60 m. Charakteryzują się one intensywną alternacją osadów nadpływowych, głównie pstrych mułowców z gipsem, regolitami i strukturami teepee z interwałami ingresji morskich, reprezentowanych przez muszłowce i tempestyty wapienne (Feldaman-Olszewska red., 2014).

## TRIAS ŚRODKOWY

Środkowotriasowy basen sedymentacyjny stanowił kontynuację zbiornika morskiego utworzonego w górnym pstrym piaskowcu. Do triasu środkowego zalicza się utwory wapienia muszlowego i kajpru dolnego (tzw. warstwy sulechowskie – Piotrowski, Piotrowska, 2004).

Wapień muszlowy, podobnie jak kajper, jest nieformalną jednostką stratygraficzną triasu wydzieloną w oparciu o kryteria litostratygraficzne.

### WAPIEŃ MUSZLOWY

Wapień muszlowy dzieli się na trzy części: dolną, środkową i górną (Górecki red., 2006 za Senkowiczowa, Szyperko-Śliwczyńska, 1972). Pełnomorskie warunki panowały w dolnym oraz górnym wapieniu muszlowym, gdy basen polski miał szerokie połączenia zarówno z basenem germańskim jak i poprzez bramę morawską i wschodniokarpacką z Oceanem Tetydy. Niemal w całym basenie osadzały się wtedy wapień faliste, organodetrytyczne, margliste i oolitowe (Górecki red., 2006 za Gajewska, 1997; Sikorska-Jaworowska, Jaworowski, 1997).

### WAPIEŃ MUSZLOWY DOLNY

Wapień muszlowy dolny jest najbardziej rozbudowanym ogniwem posiadającym największe miąższości – od 157,1 m w otworze Gorzów Wielkopolski IG-1 do 184,5 m w otworze Ośno IG-2. Na podstawie różnic w wykształceniu litologicznym wyznaczono tutaj trzy kompleksy – warstwy margliste, warstwy faliste oraz warstwy piankowe (Feldman-Olszewska red., 2014; Gajewska red., 1983).

*Warstwy margliste* tworzą margle ciemnoszare i szare, przeławicane wapieniami marglistymi, miejscami z bardzo obfitą fauną, nadającą wapieniom wygląd wapieni gruzłowych (Gajewska red., 1983). Podrzędnie występują warstwy mułowców wapnistych (Feldman-Olszewska red., 2014).

*Warstwy faliste* są wykształcone głównie jako wapień margliste, szare, nieregularnie laminowane iłowcem ciemnoszarym i marglem, co powoduje charakterystyczną strukturę falistą. Miejscami wapień margliste mają pokrój gruzłowy. Wśród wapieni falistych występują wkładki wapieni jasnoszarych, średnio uławiconych oraz warstewki muszlowców (Feldman-Olszewska red., 2014; Gajewska red., 1983).

*Warstwy piankowe* są zbudowane z wapieni ciemnożełwych, żełwych, często pseudoolitowych, niekiedy porowatych, z wkładkami wapieni marglistych szarych, lekko

falistych, laminowanych i warstwowanych marglem (Gajewska red., 1983; Feldman-Olszewska red., 2014).

#### **WAPIEŃ MUSZLOWY ŚRODKOWY**

Wapień muszlowy środkowy w otworach Ośno IG-2 i Gorzów Wielkopolski IG-1 jest wykształcony jako dolomity ciemnoszare, szare i szaro-beżowe, podrzędnie wapienie dolomityczne, margle, iłowce i anhydryty (w postaci warstw, lamin i gruzłów). Miąższość utworów wapienia muszlowego środkowego w rejonie projektowanych robót powinna wynosić około 40 – 60 m.

#### **WAPIEŃ MUSZLOWY GÓRNY**

W osadach wapienia muszlowego górnego zaznaczają się dwa kompleksy litologiczne.

Kompleks dolny – *warstwy glaukonitowe* – są na ogół wykształcone jako wapienie, niekiedy dolomityczne, z podrzędnymi przewarstwieniami iłowców oraz wkładkami muszłowców. Lokalnie w wapieniach powszechnie występuje glaukonit – rozproszony ale i tworzący gniazda do 2 cm średnicy (Gajewska red., 1983; Feldman-Olszewska red., 2014).

Kompleks górny – *warstwy ceratytowe* – tworzą ciemnoszare mułowce i iłowce z wkładkami wapieni organodetrytycznych i zlepów muszlowych. Warstwy te zawierają ponadto łuski ryb, kości kręgowców oraz zwęglone szczątki roślin. W części przystropowej osady mogą wykazywać zapiaszczenie (Gajewska red., 1983; Feldman-Olszewska red., 2014).

Miąższość utworów wapienia muszlowego górnego wynosi około 40 – 50 m.

#### **KAJPER**

##### **KAJPER DOLNY**

##### *Warstwy sulechowskie*

Utwory kajpru dolnego, reprezentujące najwyższy odcinek triasu środkowego, tworzą profil warstw sulechowskich. W części dolnej są to szare i zielone iłowce oraz mułowce z wkładkami szarych, bardzo drobnoziarnistych piaskowców o warstwowaniu falistym, z fauną małży, bioturbacjami oraz spirytyzowaną sieczką roślinną. Są to utwory pochodzenia morskiego osadzone w strefie przybrzeża. W części górnej warstw sulechowskich następuje zmiana charakteru sedymentacji. Pojawiają się zielone lub brunatno-szare (również brunatno-wiśniowe i fioletowe, plamiste i pstre) iłowce i mułowce masywne lub heterolity oraz bardzo drobnoziarniste piaskowce o laminacji zmarszczkowej, poziomej lub soczewkowej, z muskowitem, uwęgloną sieczką roślinną i poziomami glebowymi. Reprezentują one



środowisko niskiego poziomu morza (Gajewska red., 1983; Feldman-Olszewska red., 2014).  
Miąższość warstw sulechowskich w sąsiednich otworach badawczych wynosi od 76,5 do 77 m.

## **TRIAS GÓRNY**

### ***KAJPER***

#### ***KAJPER GÓRNY***

##### ***Karnik***

Utwory kajpru górnego wiekowo reprezentują karnik i dzielą się na trzy kompleksy:  
warstwy gipsowe dolne, piaskowiec trzciniowy i warstwy gipsowe górne.

#### *Warstwy gipsowe dolne*

Warstwy gipsowe dolne w otworach badawczych Ośno IG-2 oraz Gorzów Wielkopolski IG-1 są opisane jako iłowce, na ogół dolomityczne, ciemnoszaro-oliwkowe, zielone, rzadziej szare lub brunatno-szare, masywne lub o laminacji soczewkowej, z przerostami, wkładkami i gniazdami anhydrytu, szczególnie licznymi w górnej połowie profilu. Miejscami występują także nieregularne przerosty i cienkie wkładki dolomitu. Utwory te reprezentują środowisko depozycji sebhya siarczanowej. Granicę stropową warstw wyznacza powierzchnia erozyjna piaskowca trzciniowego (Gajewska red., 1983; Feldman-Olszewska red., 2014). Miąższość warstw gipsowych dolnych wynosi około 90 – 100 m.

#### *Piaskowiec trzciniowy*

Piaskowiec trzciniowy jest dwudzielny. W otworze Gorzów Wielkopolski IG-1 dolny odcinek tworzą szare i szaro-zielone piaskowce bezstrukturalne, przechodzące ku górze w piaskowce o warstwowaniu przekątnym rynnowym oraz równoległym, z miką oraz liczną uwęgloną siewką roślinną. Jest to osad koryt rzecznych. Górny odcinek piaskowca trzciniowego budują mułowce i mułowce ilaste barwy czekoladowo-brunatnej, masywne lub rozsypujące się gruzłowo, rzadko o laminacji soczewkowej, z nieliczną spirytyzowaną siewką roślinną oraz poziomami glebowymi. Są to utwory równi zalewowych. Miąższość piaskowca trzciniowego wynosi około 62 – 75 m.

#### *Warstwy gipsowe górne*

Profil warstw gipsowych górnych w ich dolnej i środkowej części tworzą iłowce mułowcowe barwy brunatno-czerwonej, wyżej czerwono-brunatnej, niekiedy ceglasto-czerwonej z odcieniem filetowym. Miejscami w iłowcu pojawiają się zielone plamy oraz

pojedyncze wkładki dolomityczne barwy szaro-zielonej. W górze profilu iłowce stają się dolomityczne, a barwa skały zmienia się na szaro-zieloną, następnie na ciemnoszarą i szarą. W stropie kompleksu występuje jedna lub dwie warstwy anhydrytu (tzw. stropowego) o miąższości do około 1 m. Charakterystyczną cechą warstw gipsowych górnych są występujące powszechnie gruzły i wprysnięcia anhydrytu. Miąższość warstw określono na około 110 – 120 m (Feldman-Olszewska red., 2014; Gajewska red., 1983).

### **Noryk**

#### *Warstwy jarkowskie*

Warstwy jarkowskie charakteryzują się obecnością iłowców o barwie czerwono-fioletowej, szaro-wiśniowej, szarozielonkawej i szarej, mniej lub bardziej dolomitycznych. Stwierdzono w nich obecność żwirku dolomitycznego, rozproszonych ooidów oraz warstewki, przerosty i otoczaki dolomitu (Feldman-Olszewska red., 2014; Gajewska red., 1983).

#### *Warstwy zbąszynieckie*

Górny odcinek noryku jest reprezentowany przez iłowce barwy pstrej, w kolorach czerwonym, filetowym, zielonym i żółtym, rozsypujące się gruzłowo, często dolomityczne. Miejscami występuje uwęglona sieczka roślinna oraz żwirek wapienny lub dolomityczny (Feldman-Olszewska red., 2014).

Łączna miąższość warstw jarkowskich i zbąszynieckich w profilu otworu Dębno GT-1 może wynieść około 210 m.

## **JURA**

### **JURA DOLNA**

Podział litostratygraficzny utworów epikontynentalnej jury dolnej był prezentowany i omawiany przez Dadleza (1978). Autor ten przedstawił po raz pierwszy propozycje usystematyzowania litostratygrafii epikontynentalnych utworów liasu. Przedstawiony w niniejszym projekcie, aktualny podział litostratygraficzny utworów jury dolnej pochodzi z pracy Pieńkowskiego (2004). Schemat ten został zastosowany m.in. w opracowaniu dotyczącym otworu badawczego Gorzów Wielkopolski IG-1 (Feldman-Olszewska, 2014).

Profil dolnojurajski w opisywanym rejonie bloku Gorzowa budują naprzemiangle kompleksy jasnoszarych piaskowców kwarcowych oraz przeważnie ciemnoszarych iłowców,

mułowców i heterolitów piaskowcowo-ilastych. Utwory te powstawały w zróżnicowanych środowiskach: rzecznych, jeziornych, deltowych, bagiennych i płytkomorskich.

### **Hetang**

Hetang dolny

*Formacja zagajska*

Profil formacji zagajskiej budują utwory powstałe w środowisku rzecznym. Są to piaskowce zwykle średnio- i gruboziarniste, szare i jasnoszare, miejscami o spoiwie węglanowym, z przeławiczeniami szarych i ciemnoszarych mułowców, licznymi fragmentami napławionej flory i konkrecjami pirytu. Charakterystyczne są warstwowania przekątne, rynnowe (Feldman-Olszewska, 2014). Miąższość tych utworów w otworze Dębno GT-1 może wynosić około 10 m.

Hetang górny i środkowy

*Formacja skłobska*

Powyżej formacji zagajskiej zalegają piaskowcowo-mułowcowe utwory przybrzeżno-morskie i deltowe formacji skłobskiej. W otworze Gorzów Wielkopolski IG-1 są one wykształcone jako piaskowce drobnoziarniste i heterolity, szare i szarozielone, o warstwowaniach kopułowych i przekątnych, rzadziej równoległych. Dość liczne są przewarstwienia ciemnoszarych i szarych, laminowanych mułowców oraz iłowców. Utwory te zawierają napławione fragmenty flory, korzenie roślin oraz sieczkę roślinną. W iłowcach możliwa fauna małżów oraz otwornic (Feldman-Olszewska, 2014). Miąższość omawianego odcinka w otworze Dębno GT-1 może osiągać około 20 m.

### **Synemur**

*Formacja ostrowiecka*

Utwory synemuru mają charakter deltowo-lagunowo-płytkomorski i są zaliczone do formacji ostrowieckiej (Feldman-Olszewska, 2014). Dominują tutaj dobrze wysortowane piaski i piaskowce drobno- i średnioziarniste, kwarcowe, z warstwowaniem przekątnym (również kopułowym) i poziomym. Bardzo powszechnie występują skamieniałości śladowe różnych typów. Podrzędnie występują piaskowce gruboziarniste z licznymi szczątkami fauny. W profilu formacji obecne są również przewarstwienia szarych lub brunatnych mułowców oraz heterolitów (liczniesze w wyższej części formacji – otw. Gorzów Wielkopolski IG-1). Górna

granica formacji to powierzchnia transgresji, oddzielająca nadległe osady morskie formacji gielniowskiej (Piotrowski i Piotrowska, 2004; Feldman-Olszewska, 2014). Miąższość tych utworów w otworze Dębno GT-1 może wynieść około 100 m.

### **Pliensbach**

Pliensbach dolny

*Formacja gielniowska*

Dominujące litofacje formacji gielniowskiej to morskie heterolity i mułowce o różnych typach laminacji, a także drobno- i średnioziarniste piaskowce kwarcowe o warstwowaniu przekątnym (tubularnym, rynnowym i kopułowym) i poziomym, niekiedy ze szczątkami flory. Bardzo powszechne są skamieniałości śladowe różnych typów. Lokalnie spotyka się poziomy z małżami morskimi (Piotrowski i Piotrowska, 2004; Feldman-Olszewska, 2014). Miąższość utworów formacji gielniowskiej wynosi 13,5 m w otworze Cychry 2, 47 m w otworze Cychry-1 do 66 m w otworze Gorzów Wielkopolski IG-1.

Pliensbach górny

*Formacja komorowska*

Profil formacji komorowskiej w jej dolnej części budują piaskowce z różnymi typami warstwowania przekątnego. W części środkowej i górnej formacji zaznacza się wyraźna przewaga heterolitów i warstw mułowców. Są to utwory morskie, tworzące się w środowisku zatokowo-lagunowym oraz przybrzeżno-lagunowym (Feldman-Olszewska, 2014). Górną granicę formacji stanowi powierzchnia transgresji oddzielająca nadległe zielonkawoszare mułowce formacji ciechocińskiej. Miąższość utworów komorowskich w otworze Dębno GT-1 jest zakładana na około 50 m.

### **Toark**

Toark dolny

*Formacja ciechocińska*

Mułowcowo-iłowcowe utwory formacji ciechocińskiej odznaczają się charakterystycznym wykształceniem (przede wszystkim szarzieloną barwą), umożliwiającym jej łatwą identyfikację (Dadlez, 1978). Występują tu głównie heterolity, mułowce i iłowce z przewarstwieniami piaskowców drobnoziarnistych. W heterolitach dominuje warstwowanie soczewkowe, miejscami faliste. Powszechne są horyzonty z licznymi szczątkami roślin oraz warstwy z licznymi skamieniałościami śladowymi. Rzadziej występują cienkie wkładki

syderytyczne. Utwory formacji ciechocińskiej tworzyły się w warunkach brakicznych. Górna granica formacji to powierzchnia erozyjna w spągu gruboziarnistych osadów formacji borucickiej (Piotrowski i Piotrowska, 2004; Feldman-Olszewska). Miąższość formacji waha się od 20 m w otworze Cychry-1 do 81 m w otworze Gorzów Wielkopolski IG-1.

#### Toark górny

##### *Formacja borucicka*

Formacja borucicka wykształcona jest głównie jako średnio- i gruboziarniste piaskowce z warstwowaniem przekątnym, podrzędnie piaskowce drobnoziarniste i rzadko mułowce. Powszechne są szczątki flory. Osady te tworzyły się w środowisku rzecznym. Szacuje się, że utwory toarku górnego w otworze Dębno GT-1 będą miały miąższość około 20 m.

Górna granica utworów jury dolnej ma charakter erozyjny, a stwierdzona luka stratygraficzna obejmuje najwyższy toark, jurę środkową i górną oraz całą niemal kredę dolną.

## **KREDA**

### **KREDA DOLNA**

#### **Alb górny**

Osady albu na omawianym obszarze rozpoczynają wielki cykl rozwojowy zbiornika sedymentacyjnego kredy górnej. Alb górny jest dwudzielny. Dolna część jest wykształcona w postaci piaskowców i piasków kwarcowo-glaukonitowych, marglistych z fosforytami, natomiast górną część budują szarozielone margle, niekiedy margle ilaste. Margle w swej części spągowej są zapiaszczone i zawierają glaukonit oraz konglomeraty fosforytów. Zawartość dobrze obtoczonych ziarn glaukonitu i kwarcu zmniejsza się ku górze, wzrasta natomiast udział węgla wapnia. Najwyższą część albu górnego stanowią margle pozbawione ziarn kwarcu, deponowane z dala od brzegu i znacznie poniżej podstawy falowania.

Zakładana miąższość utworów albu górnego w profilu otworu Dębno GT-1 wynosi około 10 m.

### **KREDA GÓRNA**

Kreda górna jest reprezentowana przez osady od cenomanu po wyższy kampan. Są to utwory wyłącznie węglanowe, głównie wapienne, podrzędnie margliste, a w wyższej części kreda pisząca (Feldman-Olszewska red., 2014). Utwory te osiągnęły miąższość od 467



m w otworze Cychry-1, 530 m w otworze Gorzów Wielkopolski IG-1 do 588 m w otworze Zielin 2. Łączna miąższość utworów kredy górnej w podłożu projektowanych prac powinna wynieść około 550 m.

### **Cenoman**

Utwory cenomanu stanowią kontynuację osadów węglanowych albu górnego. Węglany cenomanu są natomiast pozbawione ziarn kwarcu i glaukonitu. W części dolnej są to margle pelityczne i organogeniczne z fauną *Inoceramus*, szare z odcieniem oliwkowym. Przechodzą one stopniowo ku górze w szare wapienie margliste, organogeniczne, z otwornicami i fauną inoceramową, a następnie w jasnoszare wapienie organogeniczne z otwornicami. Najwyższą stropową część cenomanu tworzy biały wapień pelityczny. Cały kompleks osadów o konsekwentnie wzrastającej węglanowości jest wynikiem trwającego od albu procesu pogłębiania i ekspansji morza późnokredowego (Feldman-Olszewska red., 2014). Utwory cenomanu osiągają miąższość od około 50 do 80 m.

### **Turon**

Na bloku Gorzowa turon reprezentują wapienie i wapienie margliste, podrzędnie margle, o charakterystycznej strukturze sedymentacyjnej, przejawiającej się w postaci licznych falistych powierzchni podkreślonych ciemniejszym materiałem ilasto-marglistym.

Miąższość utworów turonu wynosi od 92 m w otworze Cychry 2 do 126 m w otworze Gorzów Wielkopolski IG-1.

### **Koniak**

Profil koniaku w niższej jego części budują wapienie organogeniczne, część wyższa jest wykształcona w postaci wapieni marglistych, głównie pelitycznych, rzadziej organogenicznych, zawierających liczne otwornice, jasnoszarych, z pojedynczymi cienkimi przewarstwieniami margli szaro-seledynowych (Feldman-Olszewska red., 2014). W profilu otworu Ośno IG-2 (Gajewska red., 1983) koniak reprezentują jasnoszare wapienie margliste. Miąższość utworów koniaku waha się od kilkudziesięciu do ponad 100 m.

### **Santon**

Niższą część santonu stanowi monotonna seria jasnoszarych z odcieniem seledynowym wapieni marglistych o teksturze pelitycznej, podrzędnie organogenicznej z fauną inoceramową i otwornicową. Część wyższa jest bardziej litologicznie urozmaicona. Występują tu białe

i jasnoszare wapienie oraz wapienie margliste z wkładkami margli (Feldman-Olszewska red., 2014). Miąższość tych osadów przekracza 100 m.

### **Kampan**

Kampan dolny rozpoczyna się wapieniem, głównie pelitycznym, barwy białej i jasnoszarej, przeławiconym z rzadka wapieniem marglistym i marglem. Seria ta może zawierać czerty i krzemienie. Wyżej w profilu występuje wapień marglisty, pelityczny, jasnoszary, częściowo skrzemionkowy, z rzadkimi przewarstwieniami margli (Feldman-Olszewska red., 2014).

Kampan górny jest reprezentowany niemal wyłącznie przez margle typu kredy piszącej, lekkie, porowate, barwy białej (Piotrowski, 2008). Osady tego piętra osiągają znaczną miąższość, mimo że są w stropie zdenudowane (160 m w otworze Cychry 1; 226,5 m w otworze Gorzów Wielkopolski IG-1).

## **PALEOGEN**

### **Oligocen**

Na zdenudowanej powierzchni wyższego kampanu leżą morskie osady oligocenu. Wyróżnia się tu warstwy mosińskie oraz warstwy rupelskie (Piotrowski, 2008).

Warstwy mosińskie to piaski drobnoziarniste (w spągu różnoziarniste), kwarcowe z łuszczkami i glaukonitem, barwy szarobrunatnej z odcieniem zielonym. Warstwy rupelskie to mułowce barwy szarozielonej, szarej i brązowej z łuszczkami i pojedynczymi, źle zachowanymi szczątkami mięczaków (Piotrowski, 2008).

Miąższość utworów oligocenu w rejonie projektowanego wiercenia wynosi około 70 m.

## **NEOGEN**

### **Miocen**

Po ustąpieniu morza oligoceńskiego przeważa w miocenie typ sedymentacji lądowej, limnicznej i bagiennej (Piotrowski, 2008).

Miocen dolny reprezentują warstwy rawickie. Są to piaski średnio- i drobnoziarniste, kwarcowe, barwy szarej i jasnoszarej, z wkładkami mułków, ilów brązowo-szarych oraz ziemistego węgla brunatnego.

Miocen środkowy budują osady będące odpowiednikiem warstw ścinawskich i są to piaski kwarcowe, pyłowate i drobnoziarniste z łyszczykami i z domieszką pyłu węglowego oraz z pokładami i soczewkami ziemistego węgla brunatnego (Piotrowski, 2008).

Strop osadów miocenu na obszarze arkusza Dębno jest rozcięty kopalnymi rynnami oraz dodatkowo sfałdowany, wyciśnięty i pocięty uskokami na skutek przekształceń glacictektonicznych (Piotrowski, 2008).

Spodziewana miąższość utworów miocenu w projektowanym otworze Dębno GT-1 powinna wynieść około 80 m.

## **CZWARTORZĘD**

### **Plejstocen**

Na utworach miocenijskich spoczywają plejstocenijskie osady zlodowacenia Wisły - piaski i żwiry wodnolodowcowe stadiału środkowego oraz przykrywający je kompleks glin zwałowych stadiału górnego (Piotrowski, 2008).

Piaski i żwiry wodnolodowcowe mają szerokie rozprzestrzenienie, a ich miąższość w rejonie projektowanych robót osiąga 20 m (Piotrowski, 2008).

Gliny zwałowe stadiału górnego są dominującym poziomem glacialnym, budującym znaczną część powierzchni wysoczyzny morenowej w rejonie planowanych robót. Miąższość glin jest zmienna i wynosi na ogół od 10 do 40 m. W otworze Dębno GT-1 przewiduje się około 20 m tych utworów (Piotrowski, 2008).

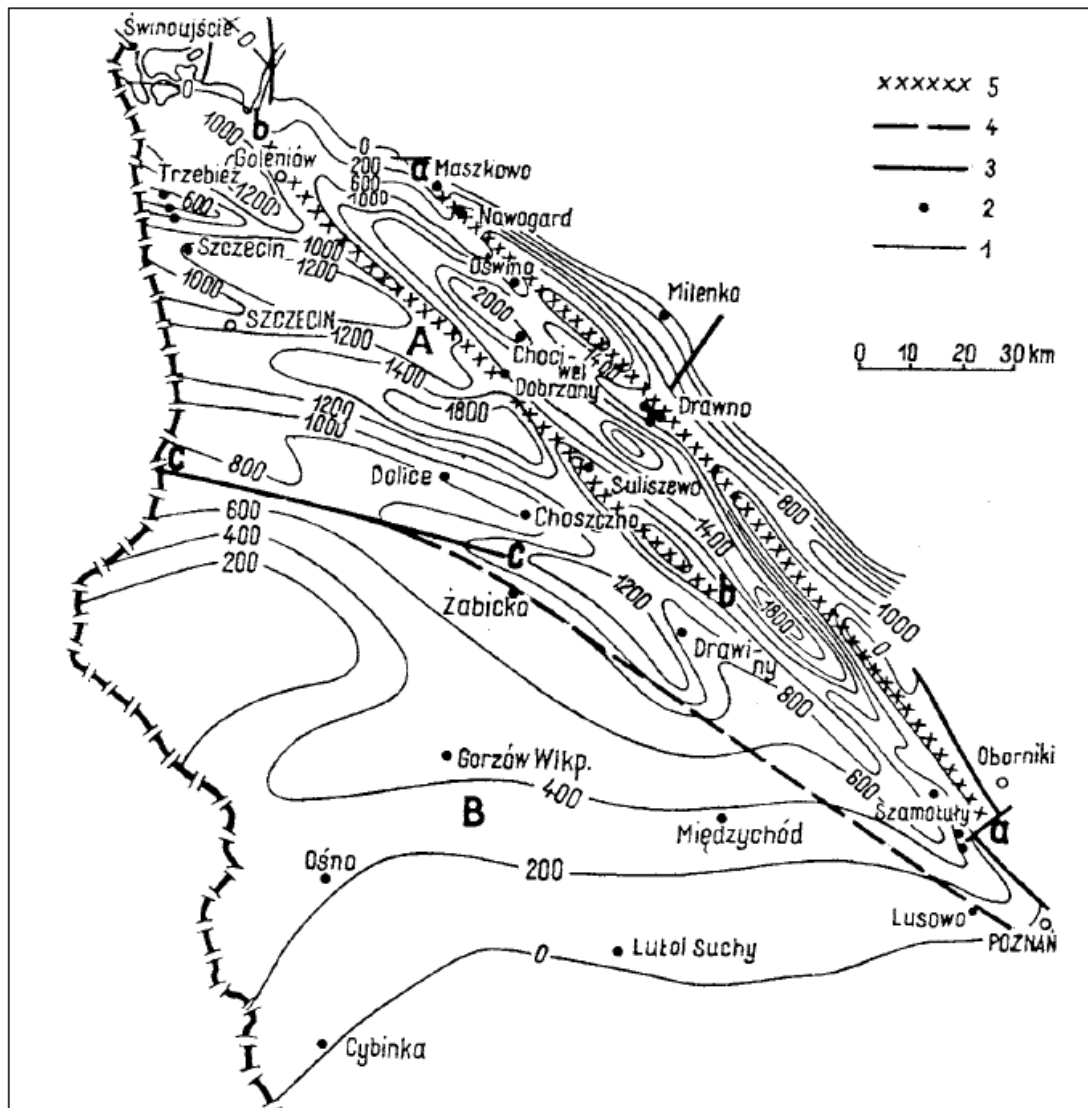
#### **4.2. Tektonika**

Pod względem tektonicznym omawiany obszar położony jest na obszarze tzw. bloku Gorzowa. Jest to regionalna jednostka geologiczna północno-zachodniej Polski (Karnkowski, 2010 za Dadlez, 1974 i Narkiewicz & Dadlez, 2008), usytuowana pomiędzy niecką szczecińską, a północnym skrajem monokliny przedsudeckiej.

Problem wyznaczania bloku Gorzowa oraz ewentualna jego przynależność do większej jednostki tektonicznej jest od dawna dyskutowany przez geologów (Feldman-Olszewska red., 2014).

Początkowo obszar ten był definiowany jako strefa Gorzów – Jarocin, stanowiąca północno-wschodnią część monokliny przedsudeckiej (Pożaryski, 1963, 1964). Potrzeba wydzielenia bloku Gorzowa, jako odrębnej jednostki tektonicznej, została przedstawiona przez Dadleza (1974, 1979; Dadlez, Marek, 1974). Jego granice zostały wówczas zdefiniowane

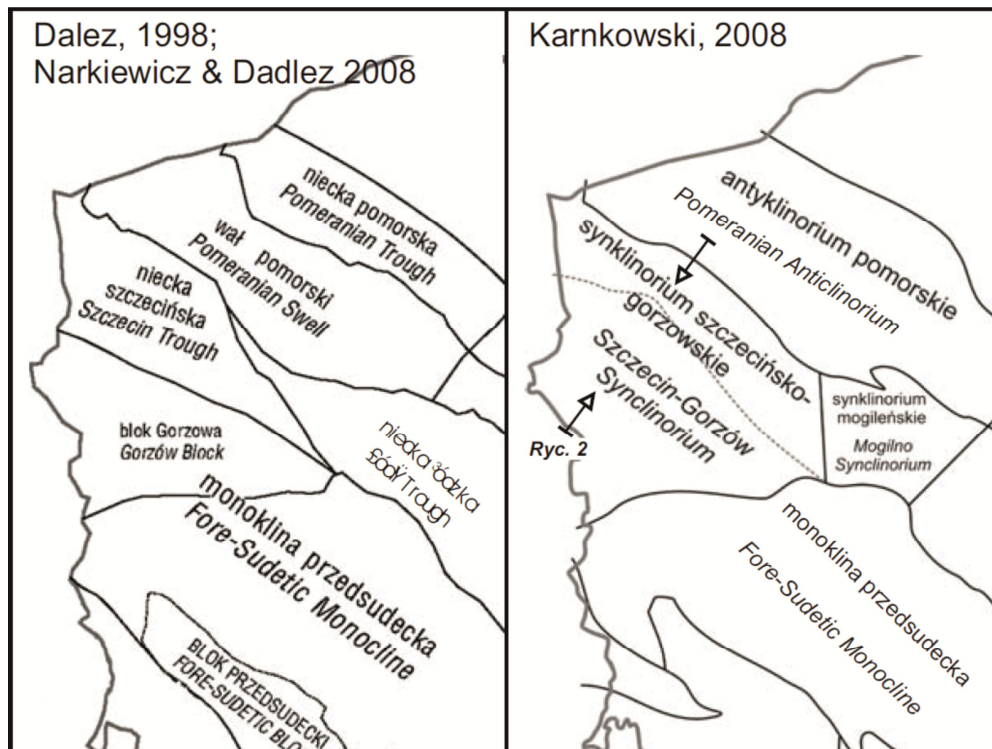
w sposób następujący: północną granicę stanowiła strefa dyslokacyjna Pyrzyce–Krzyż, ciągnąca się dalej ku południowemu-wschodowi jako strefa Szamotuł. Według autora stanowi ona „wyraźną granicę dwóch obszarów o różnym stopniu zaangażowania tektoniki solnej” (rys. 5). Obszar położony na północ (niecka szczecińska) charakteryzuje się dobrze wykształconymi poduszkami i wałami solnymi, podczas gdy na obszarze bloku Gorzowa struktury solne są płaskie, mniej wyraźne. Również miąższości utworów permo-mezozoiku są tu zdecydowanie mniejsze (m.in. miąższość kredy górnej w niecce szczecińskiej dochodzi do ok. 2000 m, podczas gdy na obszarze bloku Gorzowa osady te mają miąższość 400-600 m – rys. 5). Początkowo granica południowa bloku Gorzowa nie została precyzyjnie zdefiniowana, nieco później korelowano ją ze strefą dolnej Warty (Dadlez, 1979). Na zachodzie obszar dochodzi do granicy państwa (Feldman-Olszewska red., 2014).



Rys. 5. Mapa miąższości kredy górnej w niecce szczecińskiej (Stupnicka, Stempień-Salek, 2016 wg Cieślińskiego i Jaskowiak, 1973, uzupełniona).

1- izopachyty skał kredy górnej w metrach, 2 – otwory wiertnicze, 3 – ważniejsze dyslokacje, np. c-c – Pyrzyce-Krzyż, 4 – granica między niecką szczecińską właściwą (A) a blokiem Gorzowa (B), 5 – szeregi brachyantyklin wyznaczające linie tektoniczne: a-a – Grzęzno-Człopa, b-b – Goleniów-Maszewo.

W 2008 r. z inicjatywy Komitetu Nauk Geologicznych podjęto akcję uporządkowania tektonicznej regionalizacji Polski. Narkiewicz i Dalez (2008) podtrzymywali dotychczasowe wyodrębnianie bloku Gorzowa, natomiast Karnkowski (2008), nawiązując do zaleceń regionalizacji tektonicznej (Żelaźniewicz, 2008), obszar występowania utworów kredy między Szczecinem a Poznaniem wyróżnił jako synklinorium szczecińsko-gorzowskie. Część gorzowska tego synklinorium nawiązuje przestrzennie do bloku Gorzowa (Karnkowski, 2010) (rys. 6).



Rys. 6. Regionalne jednostki tektoniczne obszaru zachodniej części Niżu Polskiego w ujęciu Narkiewicza i Dadleza (2008) oraz Karnkowskiego (2008) (Karnkowski, 2010).

Genetyczne blok Gorzowa jest powiązany ze strefą ryftową basenu polskiego (Karnkowski, 2010).

W czasie sedymentacji permsko-mezozoicznej blok Gorzowa zachowywał się stabilnie. W porównaniu do właściwej niecki szczecińskiej miąższości osadów są tu mniejsze, a profile zredukowane (Stupnicka & Stempień-Szałek, 2016).

Tektonika bloku Gorzowa jest mało urozmaicona, gdyż występują tu wyłącznie niegrube spęczenia solne. W północno-wschodniej części niecki szczecińskiej spotykamy natomiast rozwiniętą tektonikę solną, porównywalną z tą na Kujawach (Stupnicka & Stempień-Szałek, 2016).



## 5. CHARAKTERYSTYKA HYDROGEOLOGICZNA

### 5.1. Regionalizacja hydrogeologiczna

Według regionalizacji zwykłych wód podziemnych (Paczyński red., 1995) projektowany otwór Dębno GT-1 będzie wykonywany w makroregionie północno-zachodnim, w regionie pomorskim (V). W ujęciu podziału regionalnego A.S. Kleczkowskiego (1990) dołączonego do *Mapy głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) wymagających szczególnej ochrony* otwór Dębno GT-1 leży natomiast w subniecce poznańskiej oraz pojeziernym paśmie zbiorników czwartorzędowych prowincji nizinnej.

Paczyński i Sadurski (2007) dokonali podziału regionalnego zwykłych wód podziemnych Polski nawiązując do podziału zawartego w *Atlasie hydrogeologicznym Polski* (Paczyński red., 1995), uzupełnionego o elementy klasyfikacji GZWP (Kleczkowski red., 1990). Według tej regionalizacji, obszar projektowanych robót leży w prowincji niżowej, w regionie pomorskim (III).

### 5.2. Wody podziemne

Na obszarze arkusza Dębno Mapy hydrogeologicznej Polski zwykłe wody podziemne rozpoznano w utworach czwartorzędu i trzeciorzędu (Schiewe i Wiśniowski, 2002).

Wody w utworach czwartorzędowych występują w piaskach i żwirach rzecznych i wodnolodowcowych, w strukturach o różnej genezie, zasadniczo w czterech poziomach wodonośnych o regionalnym rozprzestrzenieniu: trzech międzyglinowych (dolnym, środkowym i górnym) oraz gruntowym. Poziom gruntowy związany jest z osadami zlodowacenia Wisły i holocenu, a pozostałe – z osadami starszych zlodowaceń (Wiśniowski, 2010).

Poziom międzyglinowy dolny (lokalnie nazywany podglinowym) w rejonie Dębna tworzy wspólny system krążenia wód z górną warstwą miocенską. Miąższość poziomu międzyglinowego dochodzi tutaj do 20 m. Poziom charakteryzuje się zwierciadłem naporowym i dobrą izolacją od powierzchni pakietami glin zwałowych. Zasilanie poziomu odbywa się głównie przez wody przesączające się z wyższych poziomów międzyglinowych. Drenaż odbywa się wyłącznie w dolinach głęboko wciętych rzek (Wiśniowski, 2010).

Górną warstwę miocенską tworzą piaski drobne i pylaste o miąższości od 5 do 20 m, występujące w górnej serii burowęglowej wśród mułków i ilów. Krążenie wód w warstwie związane jest z krążeniem w poziomach czwartorzędowych. Warstwa zasilana jest przez wody przesączające się z nadległych poziomów czwartorzędowych przez słabo przepuszczalne mułki

i gliny morenowe, natomiast bazę drenażową stanowi dolina Odry i środkowe odcinki dolin jej dopływów. Lokalnie warstwa jest wodonośnym poziomem użytkowym (Wiśniowski, 2010).

Poziom wodonośny międzyglinowy środkowy jest powszechnie ujmowany niewielkimi ujęciami komunalnymi.

Poziom międzyglinowy górny osiąga miąższość od kilku do 40 m, przeważnie jednak do 20 m. Na obszarach, na których przykrywają go gliny lodowcowe, lustro wody jest napięte. Na obszarach sandrów, gdzie gliny w stropie poziomu są rozmyte, występuje on w łączności hydraulicznej z poziomem gruntowym, tworząc wspólny system krążenia. Zasilanie poziomu odbywa się na drodze infiltracji opadów i wody z poziomu gruntowego. Poziom drenowany jest głównie przez cieki obszaru oraz jeziora rynnowe (Wiśniowski, 2010).

Poziom gruntowy występuje w piaskach i żwirach dolin rzecznych oraz w sandrach, rynnach polodowcowych i zwietrzałych, spiaszczonych partiach glin morenowych. Swobodne zwierciadło wody w warstwach wodonośnych zalega zwykle na głębokości 2-4 m. Zasilanie poziomu następuje głównie przez opady, a w dolinach rzecznych także przez drenaż poziomów głębszych oraz wody powierzchniowe (Wiśniowski, 2010).

### **5.3. Użytkowe piętra wodonośne**

Na obszarze arkusza MHP Dębno występują dwa piętra wodonośne o charakterze użytkowym: czwartorzędowe i trzeciorzędowe. W miejscu projektowanych robót użytkowe piętra wodonośne związane są z występowaniem jednostki hydrogeologicznej o symbolu **4bcQ-TrII** (Schiewe i Wiśniowski, 2002 – zał. 5). Jednostka ta zajmuje największą powierzchnię na arkuszu MHP Dębno (148,8 km<sup>2</sup>). Reprezentuje ona zasadniczy na tym terenie poziom wodonośny trzeciorzędowo-czwartorzędowy zbudowany z piasków różnoziarnistych stadiału środkowego zlodowacenia Wisły oraz miocénskich piasków drobnoziarnistych z domieszką węgla brunatnego. W większej części obejmuje ona obszar wysoczyzny. Poziom wodonośny ujmują ujęcia w Kamionce, Zielinie, Kępie Troszyńskiej, Wysokiej, Oborzanach, Boleszkowicach oraz wodociąg w Dębnie (otwory 20 – 24, 125 – 135). Warstwa wodonośna zalega na głębokości od 12 m na ujęciu w Dębnie do 72 m w strefie zaburzeń glacitektonicznych na południowy-wschód od Dębna. Miąższość warstwy z reguły mieści się między 20 a 40 m, jedynie w okolicy Sitna jest mniejsza od 10 m. Średnia przewodność wynosi około 420 m<sup>2</sup>/d. Zwierciadło wody jest z reguły napięte i stabilizuje się na rzędnej od około 31 m n.p.m. na S od Dębna do 58 m n.p.m. w Zielinie. Kierunek spływu wód podziemnych jest radialny z kulminacji wysoczyzny Troszyn-Zielin na zachód, południe oraz południowy-

wschód, tj. zgodnie z morfologią terenu. Wydajność potencjalna studni na terenie jednostki jest przeważnie wysoka i wynosi 70 – 120 m<sup>3</sup>/h. Wyjątek stanowią okolice Boleszkowic i Wysokiej (50 – 70 m<sup>3</sup>/h) (Schiewe i Wiśniowski, 2002).

Miasto Dębno posiada jedno ujęcie wód podziemnych przy ul. Kosynierów o dopuszczalnym poborze wody w ilości 330 m<sup>3</sup>/h (oficjalna strona Gminy Dębno: <https://debno.pl>; dostęp: lipiec 2020). Strefa ochronna ujęcia przebiega w odległości około 2,6 km na północ od miejsca projektowanych robót (zał. 5). Do gminy oprócz Dębna należy 10 stacji wodociągowych we wsiach: Cychry, Krześnica, Barnówko, Grzymiradz, Smolnica, Różańsko, Sarbinowo, Dolsk, Warnice oraz Dyszno. Zakłada się, że projektowane roboty geologiczne nie będą oddziaływać w sposób negatywny na ujęcia wód podziemnych.

#### **5.4. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych (GZWP)**

Według Mapy obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony projektowany otwór Dębno GT-1 leży w granicach GZWP nr 134 Dębno o pow. 174,4 km<sup>2</sup> ([www.pgi.gov.pl/psh](http://www.pgi.gov.pl/psh); dostęp: czerwiec 2020).

Zbiornik Dębno stanowi wielopoziomowy, poligenetyczny system wodonośny w utworach czwartorzędu i neogenu. Warstwy wodonośne są wykształcone w postaci osadów piaszczystych i żwirowych, których wodoprzewodność w większości osiąga wielkość 240 – 600 m<sup>2</sup>/d. Poziomy wodonośne czwartorzędowe i neogeńskie pozostają w więzi hydraulicznej, tworząc na znacznej powierzchni obszaru poziom wspólny. Użytkowe poziomy wodonośne zbiornika są izolowane od powierzchni terenu miąższym nadkładem różnowiekowych glin zwałowych (Mikołajków, Sadurski, 2017).

Jakość wód podziemnych zbiornika uznano za dobrą, z zaszeregowaniem do klasy II, przy czym na całym obszarze zbiornika wody zawierają podwyższone zawartości żelaza i manganu (Mikołajków, Sadurski, 2017).

Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych GZWP nr 134 oszacowano na 14 270 m<sup>3</sup>/d, przy module 81,8 m<sup>3</sup>/d x km<sup>2</sup> (Mikołajków, Sadurski, 2017).

Na terenie zbiornika Dębno ujęcia wód podziemnych stanowią podstawowe źródło zaopatrzenia ludności w wodę pitną. Pobór wód ma charakter rozproszony, co wpływa korzystnie dla utrzymania dobrego stanu wód podziemnych. Większy pobór wody zachodzi na ujęciach komunalnych. Suma zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych przekracza znacząco sumę poborów rzeczywistych i dopuszczalnych wynikających z wydanych pozwoleń wodnoprawnych (Mikołajków, Sadurski, 2017).

Wyznaczony obszar ochronny GZWP nr 134 Dębno obejmuje powierzchnię 44,9 km<sup>2</sup>. Ze względu na zróżnicowany rozkład podatności zbiornika na dopływ zanieczyszczeń z powierzchni terenu oraz miejscowy plan zagospodarowania obszar ochronny podzielono na dwa podobszary. Pierwszy podobszar obejmuje tereny miasta Dębno (w granicach administracyjnych), natomiast drugi – tereny górnicze kopalni „Cychry” (Mikołajków, Sadurski, 2017).

### **5.5. Jednolite części wód podziemnych (JCWPd)**

Rejon projektowanych robót znajduje się w granicach JCWPd numer 23 (Identyfikator UE: PLGW600023) o powierzchni 2907,1 km<sup>2</sup>. Jednostka ta jest wielopoziomowym, złożonym systemem wodonośnym, który tworzą struktury hydrogeologiczne różnej genezy. Obszarem alimentacji zasobów wodnych jest południowo-zachodnia część wysoczyzny morenowej związanej z maksymalnym zasięgiem moren fazy pomorskiej zlodowacenia Wisły. Wody podziemne na obszarze JCWPd nr 23 drenowane są przez niewielkie ciekły spływające do doliny Odry (lokalne systemy krążenia wód) oraz bezpośrednio przez Odrę (system regionalny). Granicami systemu są działy wodne trzeciego rzędu oraz Odra. Działy wód powierzchniowych systemu są w ogólnym zarysie zgodne z działami wód podziemnych. Istniejące układy hydrostrukturalne i krążenia wód w utworach czwartorzędowych i neogeńskich (mioceńskich) można sprowadzić do 3 warstw reprezentujących poziomy:

I – gruntowy i międzyglinowy górny,

II – międzyglinowy,

III – podglinowy i mioceński górny.

Poziom mioceński dolny i kredowy ze względu na zasolenie (poza niewielkim rejonem Gryfina), nie są rozpatrywane jako poziomy użytkowe.

Charakterystykę pięt wód wodonośnych występujących w granicach JCWPd nr 23 w rejonie projektowanego otworu Dębno GT-1 przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Charakterystyka pięter wodonośnych JCWPd nr 23 występujących w rejonie projektowanego wiercenia.

(źródło danych: <https://www.pgi.gov.pl/psh/> – z karty informacyjnej JCWPd nr 23; dostęp: czerwiec 2020)

<b>Piętro czwartorzędowe</b>	Poziom gruntowy	<b>Stratygrafia</b>	<b>Litologia</b>		<b>Charakterystyka wodonośca</b>		
		Czwartorzęd (holocen, plejstocen)	Piaski i żwiry, piaski pylaste		porowy		
		<b>Charakter zwierciadła wody</b>			<b>Głębokość występowania warstw wodonośnych poziomu</b> od – do [m]		
		swobodne			0,5 - 20		
		<b>Parametry hydrogeologiczne warstwy wodonośnej</b>					
		miąższość od – do	wsp. filtracji od – do	przewodność	odsączalność/ zasobność sprężysta średnia		
		[m]	[m/h]	[m <sup>2</sup> /h]	-		
		2 – 45	0,5 – 4,4	3 – 25	-/0,2		
		<b>Typy chemiczne wód podziemnych (naturalne/ odbiegające od typów naturalnych)</b>					
		<u>Typy naturalne:</u> HCO <sub>3</sub> -Ca (wody wodorowęglanowo-wapniowe) HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg (wody wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowe) HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -Ca (wody wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowe) HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -Ca-Mg (wody wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowo-magnezowe) <u>Typy odbiegające od naturalnych:</u> HCO <sub>3</sub> -Ca-Na (wody wodorowęglanowo-wapniowo-sodowe) HCO <sub>3</sub> -Cl-Ca-Na (wody wodorowęglanowo-chlorkowo-wapniowo-sodowe)					
<b>Piętro czwartorzędowo-neogeńskie</b>	Poziom podglinowy wraz z miocenijskim górnym	<b>Stratygrafia</b>	<b>Litologia</b>		<b>Charakterystyka wodonośna</b>		
		Plejstocen, miocen	piaski		porowy		
		<b>Charakter zwierciadła wody</b>			<b>Głębokość występowania warstw wodonośnych poziomu</b> od – do [m]		
		napięte			50 - 100		
		<b>Parametry hydrogeologiczne warstwy wodonośnej</b>					
		miąższość od – do	wsp. filtracji od – do	przewodność	odsączalność/ zasobność sprężysta średnia		
		[m]	[m/h]	[m <sup>2</sup> /h]	-		
		2 – 70	0,14 – 5,04	1 – 30	-/0,0001		
		<b>Typy chemiczne wód podziemnych (naturalne/ odbiegające od typów naturalnych) w utworach kredy</b>					
		<u>Typy naturalne:</u> HCO <sub>3</sub> -Ca (wody wodorowęglanowo-wapniowe) HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg (wody wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowe)					

Ocena stanu JCWPd nr 23 z roku 2012 przedstawia się następująco:

- stan ilościowy – dobry;
- stan chemiczny – dobry;
- ogólna ocena stanu JCWPd – dobra;
- ocena ryzyka niespełnienia celów środowiskowych – niezagrażona.

Powyższe dane zaczerpnięto z karty informacyjnej JCWPd nr 23 (<https://www.pgi.gov.pl/psh/>).

#### **5.6. Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych**

Obszar JCWPd nr 23 obejmuje 4 jednostki bilansowe RZGW Szczecin: zlewnię Kurzycy i Słubi, zlewnię bezpośrednią Odry, zlewnię Myśli oraz Tywy, Rurzycy i Kalicy (projektowany otwór Dębno GT-1 jest zlokalizowany się na obszarze zlewni Myśli). Obszary te posiadają udokumentowane zasoby dyspozycyjne, łącznie dla piętra czwartorzędowego i neogeńskiego: dla obszaru zlewni Kalicy i Tywy (Dąbrowski i in., 1998) w ilości 5875,0 m<sup>3</sup>/h, a dla zlewni Myśli, Kurzycy i Słubi (Kapuściński i in., 2007) – 5770,8 m<sup>3</sup>/h (Wiśniowski, 2010).

Zasoby dyspozycyjne dla obszaru JCWPd nr 23, ustalone na 11 645,8 m<sup>3</sup>/h, stanowią 54,5% zasobów odnawialnych (Wiśniowski, 2010).

Wstępnie ocenia się, że projektowane ujęcie wód termalnych Dębno GT-1 nie będzie oddziaływać na zasoby dyspozycyjne pięter kenozoicznych.



## 6. MOŻLIWOŚCI OSIĄGNIĘCIA CELU ROBÓT GEOLOGICZNYCH

### 6.1. Uzasadnienie lokalizacji oraz rodzaju projektowanego otworu

Proponowana lokalizacja otworu Dębno GT-1 została podyktowana lokalizacją działki będącej w posiadaniu Inwestora oraz celem wykorzystania ujętych wód termalnych (ciepłownictwo). Pod uwagę wzięto również zapewnienie warunków pozwalających na montaż i pracę urządzenia wiertniczego oraz jego zaplecza.

W celu pełnego rozpoznania poziomów zbiornikowych wód termalnych w utworach jury dolnej i wapienia muszlowego wykonany zostanie otwór pionowy o głębokości końcowej 1860 m ( $\pm 10\%$ ).

Pierwszy wariant konstrukcji technicznej otworu (zał. 7.1) został zaprojektowany w taki sposób, aby umożliwić ujęcie wód termalnych z utworów wapienia muszlowego. Wariant drugi konstrukcji technicznej (zał. 7.2) umożliwia ujęcie poziomów wodonośnych jury dolnej w przypadku braku perspektyw na uzyskanie zakładanych parametrów eksploatacyjnych otworu w poziomie wapienia muszlowego.

### 6.2. Przewidywany profil geologiczny otworu Dębno GT-1

Przewidywany profil litologiczno-stratygraficzny projektowanego otworu przedstawia tabela 3.

Tab. 3. Spodziewany profil litologiczno-stratygraficzny otworu Dębno GT-1.

Głębokość od-do [m p.p.t.] ----- (Miąższość) [m]	Stratygrafia		Opis litologiczny
0 – 20 (20)	Czwartorzęd	plejstocen	Gliny zwałowe stadiału głównego zlodowacenia Wisły.
20 – 40 (20)			Piaski i żwiry wodnolodowcowe stadiału środkowego zlodowacenia Wisły.
40 – 120 (80)	Neogen	miocen	Piaski, mułki, iły węgliste i węgiel brunatny.
120 – 190 (70)	Paleogen	oligocen	Mułowce i piaski z łuszczkami i glaukonitem.
190 – 740 (550)	Kreda górna	cenoman - kampan	Wapienie, wapienie margliste i organogeniczne, opoki margliste, kreda piszcząca, margle.

740 - 750 (10)	Kreda dolna	alb górny	Piaski i piaskowce glaukonitowe z kongrecjami fosforytowymi, przechodzące ku górze w margle i margle ilaste.
750 - 1030 (280)	Jura dola	toark	<i>Formacja borucicka</i> : średnio-, niekiedy gruboziarniste piaskowce, podrzędnie piaskowce drobnoziarniste, nieliczne warstwy mułowców.
			<i>Formacja ciechocińska</i> : heterolity, mułowce i iłowce o barwie szarozielonej, cienkie wkładki piaskowców drobnoziarnistych, liczne horyzonty z sieczką roślin, mniej liczne wkładki syderytyczne.
		pliensbach	<i>Formacja komorowska</i> : w dolnej części piaskowce, w części środkowej i górnej przewaga heterolitów i mułowców.
			<i>Formacja gielniowska</i> : heterolity i mułowce o różnych typach laminacji oraz piaskowce drobno- i średnioziarniste .
		synemur	<i>Formacja ostrowiecka</i> : piaski i piaskowce drobno- i średnioziarniste, podrzędnie grubsze, obecne przewarstwienia szarych lub brunatnych mułowców i heterolitów.
hetang	<i>Formacja skłobska</i> : piaskowce drobnoziarniste i heterolity, dość liczne przewarstwienia szarych i ciemnoszarych mułowców oraz iłowców. Liczne fragmenty flory, korzenie i sieczka roślinna.		
	<i>Formacja zagajska</i> : piaskowce średnio- i gruboziarniste, szare i jasnoszare, przewarstwiane szarymi i ciemnoszarymi mułowcami, liczne fragmenty roślin oraz kongrecje pirytu.		
1030 – 1240 (210)	Trias górny	noryk	<i>Warstwy zbąszynieckie</i> : iłowce pstre o barwie czerwonej, fioletowej, zielonej i żółtej, gruzłowe, często dolomityczne. <i>Warstwy jarkowskie</i> : iłowce o barwie czerwono-fioletowej, szaro-wiśniowej, szarozielonkawej i szarej, mniej lub bardziej dolomityczne.

<p>1240 – 1540 (300)</p>		<p>karnik</p>	<p style="text-align: center;"><b>Kajper górny</b></p> <p><i>Warstwy gipsowe górne:</i> iłowce mułowcowe o barwach brunatnych, wiśniowych, czerwonych z nielicznymi wkładkami dolomitów, przykryte pakietem iłowców dolomitycznych, szaro-zielonych, przechodzących ku górze w utwory ciemnoszare i szare. Powszechne gruzły i wtrącenia anhydrytu .</p> <p><i>Piaskowiec trzcinowy:</i> piaskowce, szare i szarozielone z miką i uwęgloną sieczką roślinną, bezstrukturalne i przekątnie warstwowane, przykryte pakietem mułowców i mułowców ilastych barwy czekoladowo-brunatnej, masywnymi lub gruzłowymi, z poziomami glebowymi .</p> <p><i>Warstwy gipsowe dolne:</i> iłowce, na ogół dolomityczne, ciemnoszaro-oliwkowe i zielone, rzadziej szare, masywne lub laminowane, wkładki oraz gniazda i przerosty anhydrytu..</p>
<p>1540 – 1615 (75)</p>		<p>Trias środkowy</p>	<p style="text-align: center;"><b>Kajper dolny</b></p> <p><i>Warstwy sulechowskie:</i> w części dolnej iłowce i mułowce szare i szaro-zielone z wkładkami szarych, bardzo drobnoziarnistych piaskowców o warstwowaniu falistym. W części górnej zielone, brunatno-szare, wiśniowe iłowce i mułowce masywne lub heterolity oraz bardzo drobnoziarniste laminowane piaskowce z muskowitem, sieczką roślinną i poziomami glebowymi.</p>
<p>1615 – 1840 (225)</p>			<p style="text-align: center;"><b>Wapień muszłowy górny</b></p> <p><i>Warstwy ceratytowe:</i> mułowce i iłowce ciemnoszare z wkładkami wapieni organodetrytycznych i zlepów muszłowych.</p> <p><i>Warstwy glaukonitowe:</i> wapień, niekiedy dolomityczne, podrzędne przewarstwienia iłowców oraz wkładki muszłowców. Lokalnie w wapieniach obecny rozproszony glaukonit.</p> <p style="text-align: center;"><b>Wapień muszłowy środkowy</b></p>

		<p>Dolomity, ciemnoszare, szare i szaro-beżowe, podrzędnie wapienie dolomityczne, margle, iłowce i anhydryty.</p> <p style="text-align: center;"><b>Wapień muszlowy dolny</b></p> <p><i>Warstwy piankowe:</i> wapienie beżowe, często pseudoolitowe, niekiedy porowate, z wkładkami wapieni marglistych barwy szarej, faliście laminowanych i warstwowych marglem.</p> <p><i>Warstwy faliste:</i> wapienie margliste, szare, nieregularnie laminowane iłowcem ciemnoszarym i marglem, wkładki wapieni jasnoszarych oraz warstewki muszlowców.</p> <p><i>Warstwy margliste:</i> margle ciemnoszare i szare, przeławicane wapieniami marglistymi, miejscami zawierającymi obfitą faunę.</p>
1840 – 1860 (głęb. końcowa)	Trias dolny	<p style="text-align: center;"><b>Pstry piaskowiec górny (ret)</b></p> <p><i>Warstwy z Wilczkowic:</i> mułowce pstre z gipsem, regolitami i strukturami teepee z poziomami muszlowców oraz wapiennych tempestrytów.</p>

W projektowanym otworze Dębno GT-1 można się spodziewać różnic zarówno co do miąższości, jak i głębokości zalegania poszczególnych poziomów stratygraficznych, a zwłaszcza projektowanych poziomów wodonośnych jury dolnej i wapienia muszlowego. W związku z tym przedstawiony profil geologiczny podłoża może odbiegać od rzeczywistego. Dopuszcza się zatem możliwość wprowadzenia zmian w konstrukcji projektowanego otworu, w zależności od napotkanych warunków geologicznych. W szczególności dotyczy to głębokości posadowienia kolumn rur okładzinowych, jak również długości i głębokości posadowienia kolumny filtrowej. Decyzje w kwestii zmian konstrukcji podejmie nadzór geologiczny.

W oparciu o zebrane materiały geologiczne i hydrogeologiczne, w profilu projektowanego otworu Dębno GT-1 spodziewać się należy następujących horyzontów wodonośnych o istotnym znaczeniu:

- 20 – 40 m: poziom wodonośny wód słodkich w obrębie piasków i żwirów wodnolodowcowych plejstocenu o zwierciadle napiętym kształtującym się na rzędnej 30 - 35 m n.p.m.;
- 40 – 120 m: naporowy poziom wodonośny wód słodkich i zmineralizowanych w obrębie piasków mioceńskich (część stropowa połączona hydraulicznie z poziomem czwartorzędowym);
- 120 – 190 m: możliwe poziomy wodonośne związane z piaskami oligocenu;
- 190 – ok. 300-350 m (?): możliwy poziom wodonośny w spękanych utworach węglanowych (kredzie piszącej) turonu – strefy zawadnione uzależnione będą od obecności oraz gęstości i rozkładu szczelin. Szczelinowe poziomy wodonośne mogą występować w całym interwale węglanowym kredy górnej;
- 745 – 750 m: naporowy poziom wodonośny wód termalnych w obrębie piasków i piaskowców albu górnego. W otworze Gorzów Wielkopolski IG-1 z utworów kredy dolnej uzyskano w trakcie opróbowania samowypływ wody zanieczyszczonej płuczką w ilości 4,8 m<sup>3</sup>/h, suchej pozostałości 30,7 g/dm<sup>3</sup> oraz temperaturze 22°C;
- 750 – 1030 m: naporowe (możliwe artezyjskie) poziomy wodonośne solanek termalnych o temperaturach dochodzących do około 43-44°C w utworach piaskowcowych i piaskowcowo-mułowcowych jury dolnej.
- 1405 – 1430 m: naporowy (możliwy artezyjski) poziom solanek termalnych o temperaturze powyżej 45°C w piaskowcowych utworach dolnego poziomu piaskowca trzciniowego.
- 1615 – 1840 m: przypuszczalny zbiornik solanek termalnych pod ciśnieniem (możliwe warunki artezyjskie) o temperaturach 60-65°C i mineralizacji rzędu 120 – 150 g/dm<sup>3</sup>.

### 6.3. Przewidywana konstrukcja otworu Dębno GT-1

W zależności od warunków złożowych przewidzianych do rozpoznania poziomów zbiornikowych wapienia muszlowego i jury dolnej projekt przewiduje realizację jednego z dwóch wariantów konstrukcji technicznej otworu Dębno GT-1 (tab. 4 i 5).

Tab. 4. Projektowana konstrukcja otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Dębno GT-1 – wariant I: udostępnienie utworów wodonośnych wapienia muszlowego.

Kolumna rur okładzinowych	Interwał zarurowania od – do [m]	Cementacja
Konduktor – 18 5/8” (473,1 mm)	0 - 10	Do wierzchu
Wstępna – 13 3/8” (339,7 mm)	0 – 300	Do wierzchu
Prowadnikowa - 9 5/8” (244,5 mm)	250 – 780	Na całej długości
Techniczna – 7” (177,8 mm)	750 - 1615	Rury zawieszane na wieszaku z pakerem oraz cementowane w interwale od buta rur do gł. 1030 m (tj. spągu utworów jury dolnej). W przypadku braku perspektyw złożowych w interwale dolnej jury przewiduje się zacementowanie kolumny na całej długości.
Kolumna filtrowa – 5” (127 mm)	1585 - 1850	Kolumna filtrowa na wieszaku z pakerem w rurach 7” – filtry szczelinowe lub rury perforowane (długość kolumny i interwały części czynnej będą wyznaczone decyzją nadzoru geologicznego w oparciu o stwierdzone warunki złożowe)



Tab. 5. Projektowana konstrukcja otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Dębno GT-1 – wariant II: udostępnienie utworów wodonośnych jury dolnej.

Kolumna rur okładzinowych	Interwał zarurowania od – do [m]	Cementacja
Konduktor – 18 5/8” (473,1 mm)	0 - 10	Do wierzchu
Wstępna – 13 3/8” (339,7 mm)	0 – 300	Do wierzchu
Prowadnikowa - 9 5/8” (244,5 mm)	250 – 780	Na całej długości
Kolumna filtrowa z filtrami typu Johnson o podwójnej ścianie z obsypką - na konstrukcji z rur wew. $\varnothing$ 6 5/8” (168,3 mm)	750 - 1030	<p><b>Udostępnienie interwału złożowego:</b></p> <p><u>Etap I</u> – wycięcie rur okładzinowych 7” nad stropem cementu, sfrezowanie górnych szczęk kotwicy wieszaka, a następnie wyciągnięcie rur do wierzchu.</p> <p><u>Etap II</u> – zapuszczenie kolumny filtrowej:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-kolumna filtrowa na wieszaku w rurach 9 5/8” uszczelniona będzie pakerem.</li> <li>-grubość warstwy obsypki oraz średnica kulek powinny zostać dobrane z uwzględnieniem przewidywanych warunków złożowych.</li> <li>-średnice zewnętrzne rur filtrowych powinny być dostosowane do średnicy wewnętrznej rur okładzinowych 9 5/8”.</li> <li>-interwały części czynnych kolumny będą wyznaczone decyzją nadzoru geologicznego w oparciu o stwierdzone warunki złożowe.</li> </ul>
Techniczna – 7” (177,8 mm)	1050 - 1615	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Odcinek otworu zlikwidowany korkami cementowymi</p> <p>Przewidziany do pozostawienia w otworze zacementowany odcinek rur 7”.</p> <p>Brak perspektyw złożowych w interwale wapienia muszlowego.</p>
Otwór bosy	1615 - 1860	

Ze względu na możliwość wystąpienia samowypływu wód termalnych z utworów jury dolnej oraz wapienia muszlowego zaleca się prowadzić roboty geologiczne w sekcjach złożowych **z zastosowaniem uzbrojenia przeciwerupcyjnego otworu.**

Zadaniem konduktora  $\varnothing$  18 5/8" będzie zabezpieczenie wylotu otworu w powierzchniowej strefie występowania osadów luźnych i słabozwiązanych (stropowa części glin lodowcowych). Wiercenie pod tę kolumnę będzie się odbywać szpą wiertniczą o odpowiednio dobranej średnicy. Kolumna zostanie zacementowana do wierzchu.

Kolumna wstępna 13 3/8" będzie mieć za zadanie zabezpieczenie otworu w interwale występowania utworów kenozoicznych, odizolowanie występujących w nich poziomów wodonośnych oraz stworzenie warunków umożliwiających uzbrojenie przeciwerupcyjne otworu w trakcie prowadzenia robót w sekcjach złożowych. Kolumna wstępna będzie ponadto pełnić funkcję komory pompowej, w której umieszczona zostanie pompa wgłębna do testów hydrodynamicznych i ewentualnej eksploatacji wód termalnych. Wiercenie pod kolumnę 13 3/8" będzie się odbywać świdrami gryzowymi lub diamentowymi typu PDC o średnicy 17 1/2" przy użyciu płuczki potasowo-polimerowej o gęstości 1,05 – 1,30 g/dm<sup>3</sup>. Kolumna zostanie posadowiona w obrębie utworów górnej kredy na głębokości 300 m i zacementowana do wierzchu.

Zadaniem kolumny przewodnikowej 9 5/8" będzie odizolowanie poziomów wodonośnych kredy. Kolumna zostanie posadowiona w stropie utworów mułowcowo-ilastych formacji ciechocińskiej na projektowanej głębokości 780 m. Wierch kolumny jest projektowany na głębokości 250 m. Wiercenie otworu pod kolumnę techniczną będzie prowadzone z zastosowaniem świdrów gryzowych lub diamentowych typu PDC o średnicy 12 1/4" przy użyciu płuczki potasowo-polimerowej o ciężarze 1,05 – 1,30 g/dm<sup>3</sup>.

Kolejna sekcja otworu będzie wiercona świdrami gryzowymi lub diamentowymi typu PDC oraz koronkami rdzeniowymi o średnicy 8 1/2" do głębokości około 1615 m (tj. do stropu utworów wapienia muszlowego), a następnie zarurowana kolumną techniczną rur o średnicy 7" (kolumna techniczna). Kolumna zostanie zawieszona na wieszaku z pakerem w głębokości 750 m, a następnie zacementowana w interwale od buta rur do spągu utworów wodonośnych jury dolnej (1030 – 1615 m). W przypadku braku perspektyw na ujęcie wód termalnych z utworów jury dolnej kolumna ta, decyzją nadzoru geologicznego, może zostać zacementowana na całej długości. Wiercenie sekcji 8 1/2" należy prowadzić z użyciem płuczki beziłowej o ciężarze 1,05 – 1,30 g/dm<sup>3</sup>.

Dalsze głębenie otworu będzie kontynuowane świdrami gryzowymi lub PDC oraz koronkami rdzeniowymi o średnicy 6” do głębokości końcowej 1860 m ( $\pm 10\%$ ).

W przypadku stwierdzenia korzystnych warunków hydrogeologicznych w obrębie warstw wapienia muszlowego sekcja ta zostanie zafiltrowana kolumną filtrową z filtrami szczelinowymi lub rurami perforowanymi, zawieszoną na wieszaku w rurach 7” na głębokości 1585 m i uszczelnioną pakerem (**wariant I konstrukcji technicznej otworu – zał. 7.a**). Konstrukcja kolumny, jej ostateczna długość, jak i interwały części czynnych kolumny zostaną ustalone w projekcie technicznym po odwierceniu sekcji złożowej, w oparciu o profil geologiczny sekcji złożowej, pomiary geofizyki wiertniczej oraz wyniki opróbowania próbnikiem złoża.

W przypadku braku zakładanych parametrów złożowych w sekcji 6”, nadzór geologiczny w uzgodnieniu z inwestorem może podjąć decyzję o udostępnieniu interwału złożowego jury dolnej (**wariant II konstrukcji technicznej otworu – zał. 7.a**). Przed udostępnieniem poziomów zbiornikowych jury dolnej przeprowadzona zostanie likwidacja spodu otworu. Otwór zostanie zlikwidowany korkami cementowymi w interwale od 1030 m do głębokości końcowej. Udostępnienie interwału złożowego jury dolnej nastąpi poprzez:

- wycięcie rur okładzinowych 7” nad korkiem cementowym (gł. 1030 m), sfrezowanie górnych szczęk kotwicy wieszaka, a następnie wyciągnięcie rur z otworu,
- zapuszczenie kolumny filtrowej z filtrami typu Johnson o podwójnej ścianie z obsypką – na konstrukcji z rur wewnętrznych  $\varnothing 6\ 5/8$ ” (168,3 mm).

Kolumna zostanie zawieszona na wieszaku za pośrednictwem łącznika dielektrycznego w rurach  $9\ 5/8$ ” na głębokości około 750 m i uszczelniona pakerem. Konstrukcja kolumny, jej ostateczna długość, jak i długość części czynnych rur zostaną ustalone w projekcie technicznym w oparciu o stwierdzony profil geologiczny, pomiary geofizyczne oraz opróbowanie próbnikami złoża. Kolumna filtrowa powinna być wykonana ze stali nierdzewnej w jakości nie gorszej niż AISI 316L.

Rury okładzinowe kolumny 7”,  $9\ 5/8$ ” oraz przewodnikowej  $13\ 3/8$ ” powinny być wykonane ze stali w jakości nie niższej niż N80.

Zastrzega się możliwość zmiany głębokości końcowej projektowanego otworu w przypadku innej niż zakładano głębokości zalegania utworów wodonośnych przewidzianych do ujęcia. Decyzję o zmianie głębokości powinien podjąć geolog nadzorujący wiercenie. Nie

uzyskanie zakładanych parametrów złożowych do głębokości 1860 m ( $\pm 10\%$ ) 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 Dębno GT-1 została dobrana w taki sposób, aby zapewnić bezpieczeństwo prowadzonych robót oraz ochronę środowiska, a w szczególności ochronę wód podziemnych.

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

#### **6.4. Płuczki wiertnicze**

Rodzaj, skład i parametry zastosowanych płuczek powinny być dobrane przez wyspecjalizowany serwis płuczkowy. Należy w szczególności mieć na uwadze:

- możliwość reagowania z płuczką minerałów ilastych występujących w osadach czwartorzędu, miocenu i oligocenu,
- występowanie stref chłonnych w profilu otworu, stwarzających ryzyko ucieczek płuczki, w tym ryzyko utraty cyrkulacji (szczególnie strop utworów węglanowych kredy górnej),
- ochronę potencjalnego poziomu wód termalnych przed zanieczyszczeniem płynami wiertniczymi.

#### **6.5. Sposób zamykania horyzontów wodonośnych niebędących celem geologicznym**

W otworze Dębno GT-1 zamykanie horyzontów wodnych odbywać się będzie poprzez zapuszczanie oraz cementację następujących kolumn rur okładzinowych:

- kolumny przewodnikowej 13 3/8” – odizolowanie kenozoicznych poziomów wodonośnych. Kolumna przewodnikowa zostanie posadowiona w utworach węglanowych kredy górnej. Utwory te mogą się charakteryzować zwiększoną chłonnością wynikającą z obecności spękań. W związku z tym zwraca się uwagę na wystąpienie konieczności zastosowania zaczynu cementowego o składzie i ciężarze minimalizującym ryzyko wystąpienia ucieczek podczas zabiegu cementacji;
- Kolumna techniczna 9 5/8” – odizolowanie poziomów wodonośnych kredy.

## **6.6. Sposób i termin likwidacji otworu**

Wykorzystanie otworu Dębno GT-1 planuje się na okres co najmniej 30 lat. Po tym okresie jeżeli nastąpi zużycie elementów konstrukcyjnych otworu, szczególnie rur okładzinowych 7”, 9 5/8” i 13 3/8” oraz kolumny filtrowej, planuje się wykonać rekonstrukcję odwiertu.

Otwór Dębno GT-1 zostanie zlikwidowany w przypadku nienawiercenia poziomów wodonośnych jury dolnej lub triasu środkowego (otwór suchy), jednak ostateczna decyzja odnośnie likwidacji zostanie podjęta przez Inwestora.

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

## **6.7. Opróbowanie otworu**

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 czerwca 2015 r. w sprawie przekazywania informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych (Dz. U. 2015 poz. 903) kompletne wyniki opróbowania otworu wiertniczego podlegają przekazaniu Państwowej Służbie Geologicznej w zakresie określonym w §2, §12 i §14 ww. rozporządzenia.

### **6.7.1. Zakres, ilość i wielkość przewidywanych do pobrania próbek geologicznych**

Z otworu Dębno GT-1 pobierane będą próby okruchowe, rdzenie wiertnicze, próbki wody oraz gazu rozpuszczonego w wodzie.

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

- 0 – 750 m (tj. do spągu utworów kredy): co 10 m;
- 750 – 1030 (tj. do spągu jury): co 3 m;
- 1030 – 1615 m (tj. do spągu warstw sulechowskich): co 10 m;



- 1615 – 1860 (tj. do głębokości końcowej otworu): co 3 m.

Pobrane zostaną dwa komplety prób okruchowych. Każda próbka będzie mieć wagę minimum 100 g.

Rdzenie wiertnicze będą pobierane w interwale występowania utworów jury dolnej (36 m rdzenia) oraz wapienia muszlowego (36 m rdzenia). Przewiduje się pobór rdzeni o łącznej długości 72 m.

Próby wody do analiz fizykochemicznych będą pobierane w trakcie próbnego pompowania – po jednej próbie pod koniec każdego z trzech stopni pompowania.

Próby wody do badań izotopowych oraz mikrobiologicznych będą pobrane pod koniec trzeciego stopnia pompowania pomiarowego – po jednej próbie dla każdego rodzaju badania.

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 oraz określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu organowi administracji geologicznej**

Próby okruchowe oraz rdzenie wiertnicze pobrane z otworu Dębno GT-1 według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz.U. z 2017 r. poz. 2075) należą do próbek czasowego przechowywania (art. 8 rozporządzenia) i zgodnie z zapisami ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2019 r. poz. 868, tekst jednolity) nie podlegają przekazaniu Państwowej Służbie Geologicznej. W związku jednak z faktem, że projektowane roboty mają na celu rozpoznanie złoża kopaliny, proponuje się traktować próbki skał z otworu Dębno GT-1 jako próbki trwałego przechowywania, zgodnie z art. 2 ust. 2 pkt. 2 przytoczonego wyżej rozporządzenia. Próbki te będą zatem przekazane Państwowej Służbie Geologicznej nie później niż 60 dni od dnia ich uzyskania, zgodnie z zapisami art. 82 ustawy Prawo geologiczne i górnicze.

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

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

Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. z 2017 r. poz. 2075), planowane do pobrania próby wody oraz gazu kwalifikują się jako próby czasowego przechowywania i nie podlegają przekazaniu organowi administracji geologicznej. Próby pozostaną u wykonawców robót geologicznych i badań do czasu ich zakończenia, a następnie zostaną zlikwidowane w odpowiedni sposób po uzyskaniu ostatecznej decyzji zatwierdzającej dokumentację geologiczną.

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

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

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

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

## 6.8. Zakres obserwacji i badań terenowych

### 6.8.1. Badania geofizyki wiertniczej

Pomiary geofizyczne w otworze Dębno GT-1 będą wykonywane po zakończeniu każdej sekcji (z wyjątkiem sekcji pod rury 18 5/8"). 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,
- rozkładu temperatury w otworze oraz gradientu geotermicznego,
- stanu zacementowania rur okładzinowych.

W otworze Dębno GT-1 wykonane zostaną następujące pomiary geofizyczne:

- **I zestaw badań – po zakończeniu wiercenia sekcji otworu  $\varnothing$  17 1/2":**

w bosym odcinku otworu:

- profilowanie średnicy
- profilowanie krzywizny
- profilowanie gamma naturalne

- **II zestaw badań – po zakończeniu wiercenia sekcji otworu  $\varnothing$  12 1/4":**

w bosym odcinku otworu:

- profilowanie średnicy
- profilowanie krzywizny
- profilowanie gamma naturalne

w zarurowanym odcinku otworu:

- cementomierz akustyczny w rurach 13 3/8"

- **III zestaw badań - po zakończeniu wiercenia sekcji otworu  $\varnothing$  8 1/2":**

w bosym odcinku otworu:

- profilowanie średnicy otworu
- profilowanie krzywizny
- profilowanie gamma naturalne
- spektrometryczne profilowanie gamma (tylko interwał jury dolnej)

- *spektrometryczne profilowanie litologiczno-gęstościowe (tylko interwał jury dolnej)*
- *profilowanie neutronowe (tylko interwał jury dolnej)*
- *profilowanie oporności i potencjału naturalnego (tylko interwał jury dolnej)*
- *profilowanie upadu warstw (opcjonalnie – decyzja nadzoru geologicznego, tylko interwał jury dolnej)*

w zarurowanym odcinku otworu:

- *cementomierz akustyczny w rurach 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>”*

• **IV zestaw badań:**

w bosym odcinku otworu:

- *profilowanie średnicy otworu*
- *profilowanie krzywizny*
- *profilowanie gamma naturalne*
- *spektrometryczne profilowanie gamma*
- *spektrometryczne profilowanie litologiczno-gęstościowe*
- *profilowanie neutronowe*
- *profilowanie oporności i potencjału naturalnego*
- *profilowanie upadu warstw*

w zarurowanym odcinku otworu:

- *cementomierz akustyczny w rurach 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>”*

• **V zestaw badań:**

- *profilowanie temperatury w warunkach ustalonych (po minimum 14-dniowej stójce) od powierzchni terenu do spągu interwału udostępnionego – w celu ujęcia poziomów wodonośnych o najlepszych parametrach termicznych proponuje się wykonanie profilowania w otworze niezafiltrowanym. Wykonanie pomiaru w bosym odcinku powinno być jednak uzależnione od stanu technicznego otworu (m. in. stabilności ścian).*

### **6.8.2. Obserwacja poziomów wodonośnych oraz pomiary próbnikiem złoza**

Podczas wiercenia otworu Dębno GT-1 prowadzony będzie ciągły monitoring poziomu płuczki w zbiornikach. Wystąpienie zaników płuczki może świadczyć o obecności potencjalnych poziomów zbiornikowych wód podziemnych.

W celu określenia własności zbiornikowych utworów perspektywicznych wykonane zostaną następujące testy rurowym próbnikiem złoża:

- w interwale jury dolnej – 1 lub 2 testy;
- w interwale wapienia muszlowego – 1 lub 2 testy.

Interwały opróbowania określi nadzór geologiczny.

### **6.8.3. Próbné pompowania**

W otworze Dębno GT-1 wykonane zostaną testy hydrodynamiczne udostępnionego interwału złożowego w celu określenia jego parametrów hydrogeologicznych. W oparciu o wyniki wiercenia Gorzów Wielkopolski IG-1 należy się spodziewać, że udostępniony poziom zbiornikowy będzie miał charakter artezyjski. Przebieg testu będzie następujący:

- Zapuszczenie do otworu wypełnionego wodą pompy głębinowej o wysokości podnoszenia minimum 200 m oraz parametrach pozwalających na uzyskanie założonych w projekcie wydajności (150 m<sup>3</sup>/h z poziomu jury dolnej oraz 50 m<sup>3</sup>/h z utworów wapienia muszlowego). Sposób montażu pompy powinien umożliwić całkowite zamknięcie wypływu wody i obserwację odbudowy zwierciadła wody i ciśnienia na manometrze,
- Wykonanie pompowania oczyszczającego - pompowanie będzie wykonywane na jednym stopniu z maksymalną wydajnością, a jego parametry ustali nadzór geologiczny. Celem pompowania oczyszczającego jest oczyszczenie strefy złożowej z pozostałości płuczki wiertniczej i zawiesiny pylastej czyli udrożnienie dróg dopływu wody do otworu przed pompowaniem pomiarowym i późniejszą eksploatacją otworu. Podczas pompowania oczyszczającego należy stosować udary hydrauliczne dla lepszego oczyszczenia strefy złożowej. Pompowanie prowadzone będzie do momentu wymiany 1,5-3 objętości wody w otworze lub do czasu uzyskania wody o odpowiedniej czystości pozbawionej piasku i zawiesiny pylastej. Następnie przeprowadzona zostanie obserwacja powrotu zwierciadła wody do poziomu statycznego. Na podstawie wyników pompowania oczyszczającego zostanie ustalona optymalna wielkość wydajności i depresji dla pompowania pomiarowego. Dopuszcza się przeprowadzenie pompowania oczyszczającego metodą „airliftu”. Należy wówczas dążyć do osiągnięcia w miarę możliwości najlepszych wydatków pompowania. Decyzję w tym zakresie podejmie nadzór geologiczny,
- Wykonanie pompowania pomiarowego – pompowanie pomiarowe zostanie rozpoczęte po ustabilizowaniu się zwierciadła wody w otworze po zakończonym pompowaniu

oczyszczającym. Zostanie ono przeprowadzone przy trzech stopniach wydajności otworu, tj.  $1/3 Q_{\max}$ ,  $2/3 Q_{\max}$ ,  $Q_{\max}$ . Wydajność  $Q_{\max}$  zostanie określona przez nadzór geologiczny na podstawie wyników pompowania oczyszczającego. Sposób przeprowadzenia i czas trwania pompowania pomiarowego ustali nadzór geologiczny. Po wykonanym teście przeprowadzony zostanie pomiar odbudowy zwierciadła wody w otworze (ciśnienia), aż do czasu jego ustabilizowania.

Podczas obu pompowań prowadzone będą pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych: wydajności otworu, temperatury wody na wypływie oraz głębokości położenia zwierciadła (przy użyciu sondy ciśnieniowej). Wyniki obserwacji będą automatycznie rejestrowane w bazie danych z częstotliwością ustaloną przez nadzór geologiczny. W trakcie pompowania oczyszczającego i pomiarowego powinny być wykonywane badania wskaźnikowe, obejmujące oznaczenia szybkozmiennych cech fizykochemicznych wody, tj. odczynu pH i przewodnictwa elektrolitycznego właściwego (PEW). Przewiduje się wykonywanie badań nie rzadziej niż co 1 godzinę.



## 6.9. Zakres badań laboratoryjnych

### 6.9.1. Badania laboratoryjne prób okruchowych i rdzeni

Z rdzeni wiertniczych pobrane zostaną próbki do następujących badań:

- porowatości i przepuszczalności,
- petrograficznych – analiza uziarnienia skał w płytkach cienkich /opcjonalnie/,
- stratygraficzno-facjalnych – w celu określenia wieku skał /opcjonalnie/.

W razie potrzeby na wybranych próbach okruchowych zostaną przeprowadzone badania stratygraficzne mające na celu określenie wieku skał. Pozwoli to na precyzyjne określenie granic geologicznych w interwałach, co do których będą istniały wątpliwości dotyczące przynależności stratygraficznej.

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

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

Pobrane podczas testów hydrodynamicznych próbki wody i gazu zostaną przekazane do następujących analiz:

- fizyko-chemicznej wody, w celu określenia następujących wskaźników na każdym poziomie dynamicznym:
  - twardość wody (ogólnej, węglanowej i niewęglanowej), zasadowość, suma składników stałych, mineralizacja ogólna, krzemionka jako  $\text{H}_2\text{SiO}_2$ , kwas metakrzemowy  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ , barwa, mętność, zapach, smak, odczyn, potencjał redox, przewodność elektrolityczna właściwa;
  - $(\text{Na}^+)$ ,  $(\text{K}^+)$ ,  $(\text{Li}^+)$ ,  $(\text{Ca}^{+2})$ ,  $(\text{Mg}^{+2})$ ,  $(\text{Ba}^{+2})$ ,  $(\text{Sr}^{+2})$ ,  $(\text{Fe}^{+2})$ ,  $(\text{Mn}^{+2})$ ,  $(\text{Zn}^{+2})$ ,  $(\text{Cu}^{+2})$ ,  $(\text{Ni}^{+2})$ ,  $(\text{Co}^{+2})$ ,  $(\text{Pb}^{+2})$ ,  $(\text{Cd}^{+2})$ ,  $(\text{Al}^{+3})$ ,  $(\text{Cr}^{+3})$ ,  $(\text{Mo}^{+6})$ ,  $(\text{V}^{+5})$ ,  $(\text{As}^{+3})$ ,  $(\text{Ti}^{+2})$ ;
  - $(\text{Cl}^-)$ ,  $(\text{Br}^-)$ ,  $(\text{I}^-)$ ,  $(\text{SO}_4^{-2})$ ,  $(\text{HCO}_3^{-2})$ ,  $(\text{NO}_2^-)$ ,  $(\text{NO}_3^-)$ ,  $(\text{PO}_4^{-3})$ ,  $(\text{BO}_3^{-3})$ ,  $(\text{HBO}_2)$ ,
  - $\text{CO}_2$ ,  $\text{Rn}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ .
- mikrobiologicznej – dla próbki wody pobranej pod koniec trzeciego stopnia pompowania.
- izotopowej – dla określenia wieku wody metodą izotopów trwałych: tlenu  $^{18}\text{O}$ , wody  $\delta^{18}\text{O}(\text{H}_2\text{O})$  oraz wodoru  $^2\text{H}$  (deuter), oznaczenia  $^{222}\text{Rn}$  oraz całkowitej aktywności

promieniotwórczej  $\alpha$  i  $\beta$  (dla próbki wody pobranej pod koniec trzeciego stopnia pompowania).

- składu gazów rozpuszczonych w wodzie.

#### **6.10. Przewidywana wielkość dopływu wód do projektowanego otworu**

Za wielkość przewidywanego dopływu wód do otworu przyjmuje się zakładaną wydajność otworu, tj. 150 m<sup>3</sup>/h z utworów jury dolnej lub 50 m<sup>3</sup>/h z utworów wapienia muszlowego. Jest to dopływ spodziewany w warunkach próbnego pompowania otworu, po udostępnieniu interwału złożowego. Sumaryczna wielkość dopływu zależna będzie od czasu trwania pompowania próbnego i sposobu zagospodarowania kopaliny.

Nie przewiduje się dopływu wód złożowych do otworu w trakcie jego głębiania. Rodzaj i parametry płuczki wiertniczej zostaną dobrane w taki sposób, aby równoważyć ciśnienia złożowe.

#### **6.11. Przewidywana jakość wody odpompowanej z otworu**

Przewidywaną jakość wody odpompowanej z otworu określają następujące wartości:

- dla wód z utworów jury dolnej - mineralizacja 50 g/dm<sup>3</sup> oraz typ chemiczny: solanka chlorkowo-sodowa;
- dla wód wapienia muszlowego – mineralizacja rzędu 120-150 g/dm<sup>3</sup> oraz typ chemiczny również solanka chlorkowo-sodowa.

#### **6.12. Sposób odprowadzania wody odpompowanej z otworu**

Woda wypompowana z otworu podczas pompowania oczyszczającego będzie odprowadzana do szczelnego zbiornika ziemnego o pojemności minimalnej 4000 m<sup>3</sup>, a następnie, zgodnie z przepisami prawa, utylizowana przez odpowiednie firmy. Zbiornik ziemny będzie podścielony nieprzepuszczalną membraną, chroniącą środowisko gruntowo-wodne przed migracją wód złożowych w głąb podłoża.

Wody termalne pochodzące z pompowania pomiarowego będą schładzane w zbiorniku ziemnym o pojemności minimalnej 4000 m<sup>3</sup>, a następnie w zależności od jej parametrów oraz możliwości odprowadzane do wód powierzchniowych na podstawie zgłoszenia wodnoprawnego, lub odpowiednio, zgodnie z przepisami prawa utylizowana przez odpowiednie firmy.

## 7. WYSZCZEGÓLNIENIE NIEZBĘDNYCH PRAC GEODEZYJNYCH

Po zakończeniu robót geologicznych sporządzona zostanie inwentaryzacja geodezyjna otworu (plan sytuacyjno-wysokościowy). Wyniki prac geodezyjnych, przedstawione w formie operatu, zostaną zgłoszone do właściwego ośrodka dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej, a także do właściwych organów samorządu terytorialnego. Prace te powinien wykonać uprawniony geodeta zgodnie z obowiązującymi przepisami.

## 8. HARMONOGRAM ZAMIERZONYCH ROBÓT GEOLOGICZNYCH

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

- Prace wiertnicze – około 6 miesięcy, w tym:
  - a) prace przygotowawcze: 1 miesiąc
  - b) montaż urządzenia i wiercenie otworu: 4 miesiące
    - w tym:
      - badania hydrogeologiczne - 1-7 dni
  - c) 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
Rodzaj prac										
Prace wiertnicze										
Dokumentacja geologiczna										

## 9. WPLYW ZAMIERZONYCH ROBÓT GEOLOGICZNYCH NA OBSZARY CHRONIONE, W TYM OBSZARY NATURA 2000

### 9.1. 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. 2019 poz. 1839) projektowana inwestycja związana z wierceniem otworu Dębno GT-1 nie należy do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko.

### 9.2. 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. z 2020, poz. 55 z późn. zm.) formami ochrony przyrody są: parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, obszary Natura 2000, pomniki przyrody, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne, zespoły przyrodniczo-krajobrazowe oraz ochrona gatunkowa roślin, zwierząt i grzybów.

Projektowany otwór poszukiwawczo rozpoznawczy wód termalnych Dębno GT-1 leży poza obszarami chronionymi (rys 7).

Najbliższymi obszarami chronionymi są: obszar Natura 2000 Ostoja Witnicko-Dębniańska (ok. 0,5 km od miejsca projektowanych robót), obszar Natura 2000 Gogolice-Kosa (ok. 1 km) oraz Obszar Chronionego Krajobrazu A (Dębno-Gorzów) (ok. 0,85 km) (rys. 7).

Obszar specjalnej ochrony ptaków Ostoja Witnicko-Dębniańska (PLB320015) zajmuje powierzchnię 469,9 km<sup>2</sup>. Ochroną jest objęty obszar lasów porastający strefę krawędziową doliny Warty (na północ od doliny) oraz kompleks leśny ciągnący się po Dębno i dolinę Myśli oraz Kosy. Obszar wyróżnia się dużą lesistością (ok. 70% powierzchni ostoi), z przewagą borów sosnowych, w mniejszej ilości występują tu łągi, grądy i buczyny, koncentrujące się głównie wzdłuż dolin rzecznych, wokół jezior i oczek wodnych. W obrębie lasów znajdują się liczne torfowiska mszarne, oczka dystroficzne oraz większe zbiorniki wodne – jeziora eutroficzne. Występują tu co najmniej 24 gatunki ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej, 4 gatunki z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK). Do najpoważniejszych zagrożeń należą: gospodarka leśna, wydobycie ropy (rozbudowana kopalnia ropy i gazu na północ od obszaru), procesy odwadniania ekosystemów torfowisk niskich, mszarnych przejściowych oraz wysokich, rybacka penetracja jezior dzierzawionych przez PZW oraz spływ nawozów z pól,

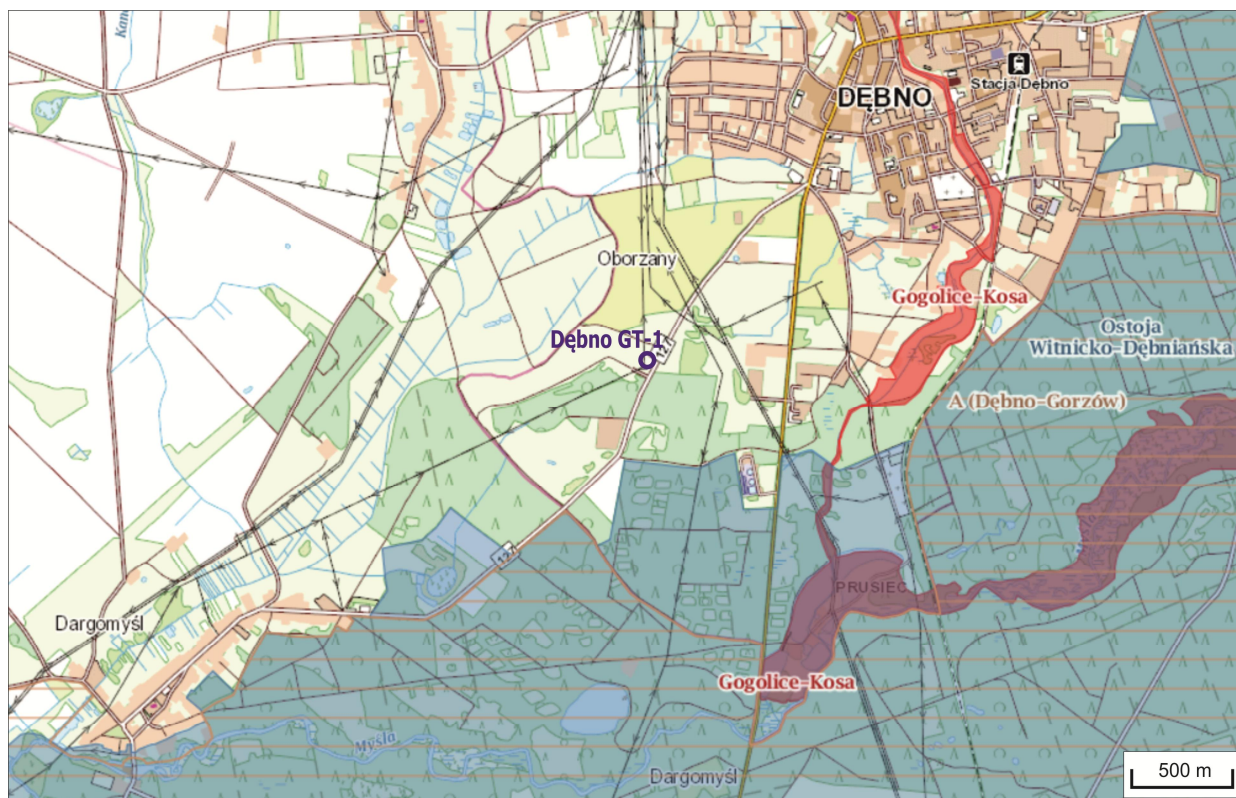
wydeptywanie fragmentów fitocenoz mszarnych, łowiectwo i kłusownictwo (<http://ine.eko.org.pl>, <http://geoserwis.gdos.gov.pl>; dostęp: czerwiec 2020).

Specjalny obszar ochrony Gogolice-Kosa (PLH320038) o powierzchni 14,51 km<sup>2</sup> obejmuje doliny rzek Kosy i Myśli o długości 19 km. W jego skład wchodzi też kompleksy eutroficznych zbiorników wodnych, szuwały, łąki i torfowiska niskie. W północnej części obszaru występują również zarośla olszowe i nadrzeczne zalewane olsy oraz płaty olszyn źródłiskowych. Obszar został włączony do sieci w celu ochrony występującej tu populacji żółwia błotnego. Jest to największa na Pomorzu Zachodnim i zarazem w całej Polsce zachodniej rozradzająca się populacja tego gatunku. Stwierdzono występowanie także 3 innych gatunków z Załącznika II Dyrektywy Siedliskowej i 4 typów siedlisk przyrodniczych z Załącznika I Dyrektywy Siedliskowej. Do najpoważniejszych zagrożeń ostoi zalicza się zmiany stosunków wodnych. Problemem jest także zanieczyszczenie wody, nadmierny połów ryb, kłusownictwo. Niebezpieczne jest też zarastanie muraw napiaskowych, które są ważne dla rozrodu żółwi błotnych. Kolejnym zagrożeniem jest rozwój turystyki, a zwłaszcza sportów wodnych z kajakarstwem na czele (<http://ine.eko.org.pl>, <http://geoserwis.gdos.gov.pl>; dostęp: czerwiec 2020).

Obszar Chronionego Krajobrazu „A” Dębno-Gorzów charakteryzuje się ponadregionalnymi walorami krajobrazowymi Równiny Gorzowskiej z malowniczą doliną rzeki Myśli oraz łączącą się z nią rzeką Kosą. Występują tutaj liczne zbiorniki wodne (rynnowe jeziora dystroficzne i mezotroficzne), mokradła, torfowiska, mszarne z mało przekształconą antropogenicznie szatą roślinną, zbiorowiska leśne o charakterze naturalnym oraz stanowiska unikalnej flory i fauny (<http://geoserwis.gdos.gov.pl>; dostęp: czerwiec 2020).

Projektowane roboty nie będą oddziaływać w sposób negatywny na wymienione powyżej obszary chronione.





Rys. 7. Projektowana lokalizacja otworu termalnego Dębno GT-1 na tle obszarów chronionych (źródło: <http://geoserwis.gdos.gov.pl>; dostęp: czerwiec 2020).

### 9.3. Opis zagrożeń dla środowiska naturalnego związanych z rodzajem projektowanych robót

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

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

Roboty wiertnicze będą oddziaływać na środowisko naturalne z niewielką intensywnością. W trakcie prac związanych z realizowaniem inwestycji wykonawca będzie podejmował działania mające na celu zapewnienie ochrony środowiska zgodnie z wymogami



obowiązujących przepisów prawnych zawartych w ustawach i rozporządzeniach z zakresu ochrony środowiska oraz z wykorzystaniem współczesnej wiedzy technicznej.

### **9.3.1. Zagrożenie dla gleb i gruntów**

Oddziaływanie projektowanych robót na środowisko gruntowe pojawi się na etapie prac przygotowawczych do prowadzenia wiercenia, związanych m. in. ze zdjęciem i sprzymowaniem warstwy wierzchniej gleby (tzw. humusu), niwelacją terenu wiertni czy utwardzeniem placów i dróg dojazdowych.

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

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

Po zakończeniu prac na otworze lub po jego likwidacji zostanie przeprowadzona rekultywacja gruntów zgodnie z ustawą z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (tekst jednolity w Dz.U. z 2017, poz. 1161). Po wykonaniu rekultywacji teren zostanie przekazany Inwestorowi.

### **9.3.2. Zagrożenia dla wód powierzchniowych i podziemnych**

Proces wiercenia otworu wymaga stosowania płuczek wiertniczych, które pełnią szereg funkcji – m.in. oczyszczanie otworu z urobku, kontrolowanie ciśnień w otworze, utrzymywanie stateczności ścian. Do sporządzania i regulowania właściwości płuczek wiertniczych w czasie realizacji otworu wiertniczego stosowane są różnorodne organiczne i nieorganiczne środki chemiczne oraz materiały płuczkowe. Substancje te, oprócz regulowania parametrów płuczki

wiertniczej, stanowią równocześnie główne źródło zanieczyszczeń wód podziemnych i powierzchniowych (Steliga, Uliasz, 2012).

W zasadzie wszystkie przypadki potencjalnego zanieczyszczenia wód w procesie wykonywania otworu wiertniczego należy rozpatrywać w kategoriach zdarzeń awaryjnych, spowodowanych nieprawidłowościami w prowadzonych pracach lub zawodnością urządzeń. Prawidłowa konstrukcja otworu oraz badania szczelności cementowania skutecznie chronią warstwy wodonośne przed potencjalnym zanieczyszczeniem. Prawidłowa gospodarka odpadami oraz odpowiedni sposób postępowania ze stosowanymi substancjami chemicznymi w połączeniu z zabezpieczeniem powierzchni terenu (uszczelnienie i drenaż) minimalizują ryzyko przedostania się zanieczyszczeń do wód powierzchniowych i podziemnych (Woźnicka, 2012).

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

- wyłożenia placu, na którym prowadzone będzie wiercenie specjalną, nieprzepuszczalną geomembraną oraz betonowymi płytami;
- zastosowania odpowiednich rozwiązań, w tym technologii prac i urządzeń, celem ograniczenia powstawania nadmiernej ilości ścieków i odpadów (w tym płuczki wiertniczej i odpadów niebezpiecznych);
- odpowiedniego przechowywania powstających ścieków (w tym ścieków socjalno-bytowych), odpadów wydobywczych i niebezpiecznych oraz innych substancji mogących negatywnie oddziaływać na środowisko w specjalnie do tego celu przeznaczonych miejscach, pomieszczeniach, lub pojemnikach, eliminujących ryzyko ich przedostania się do środowiska gruntowo-wodnego oraz ich sukcesywnego wywożenia do uprawnionego odbiorcy;
- stosowania bezpiecznych dla środowiska materiałów płuczkowych oraz środków neutralizujących ewentualne wycieki oleju;
- zgodnego ze sztuką wiertniczą oraz odpowiednimi rozporządzeniami izolowania przewiercanych poziomów wodonośnych, tj. rurowania kolumną rur okładzinowych i cementowania przestrzeni pozarurowej;
- prowadzenia próbnych pompowań z uwzględnieniem zapisów ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (tekst jednolity w Dz.U. z 2020, poz. 310 z późn. zm.) dotyczących sposobu postępowania z wykorzystanymi wodami termalnymi.

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

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

### **9.3.3. Emisja zanieczyszczeń do powietrza**

Głównymi źródłami emisji zanieczyszczeń do powietrza podczas wiercenia otworu są:

- 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 rozpoznawaniem wód termalnych podjęte będą następujące działania minimalizujące bądź eliminujące emisję substancji do powietrza:

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

### **9.3.4. Emisja hałasu do środowiska**

Do głównych źródeł hałasu na terenie wiertni należą:

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

- transport samochodowy – pojazdy ciężarowe do przewozu surowców, materiałów i odpadów.

Wielkość emisji hałasu urządzeń wiertniczych do środowiska naturalnego zależy w dużym stopniu od usytuowania podzespołów urządzenia. Poziom oddziaływania hałasu na otoczenie na granicy urządzenia wiertniczego może być zmniejszany poprzez odpowiednią lokalizację najgłośniejszych podzespołów w stosunku do obiektów chronionych lub budynków mieszkalnych oraz wykorzystanie efektu ekranowania innych podzespołów i urządzeń wiertni (Macuda J., 2010).

W celu ograniczenia negatywnego oddziaływania hałasu na środowisko należy rozważyć możliwość oszalowania szybu wieży wiertniczej (w przypadku większego urządzenia wiertniczego) specjalnymi ekranami tłumiącymi hałas oraz takie usytuowanie kontenerów zaplecza technicznego i socjalnego aby pełniły jednocześnie funkcję ekranów akustycznych. Proponuje się ponadto ograniczenie ruchu pojazdów wjeżdżających na teren wiertni do pory dziennej, tj. godzin pomiędzy 6:00 a 22:00.

#### **9.3.5. Zarządzanie odpadami**

Gospodarka odpadami będzie prowadzona zgodnie z zapisami Ustawy o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (tekst jednolity w Dz. U. z 2020 r., poz. 797 z późn. zm.) oraz Ustawy o odpadach wydobywczych z dnia 10 lipca 2008 r. (tekst jednolity w Dz. U. 2017 poz. 1849 z późn zm.).

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

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

- różnego rodzaju zużyte oleje hydrauliczne, silnikowe, przekładniowe oraz smary stosowane do urządzeń wiertniczych;
- zużyte filtry olejowe;
- opakowania zawierające pozostałości substancji niebezpiecznych lub nimi zanieczyszczone;
- sorbenty, materiały filtracyjne, tkaniny do wycierania (np. szmaty, ścierki) i ubrania ochronne zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi.

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

Wśród odpadów innych niż niebezpieczne wymienić należy:

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

Głównym źródłem powstawania odpadów jest proces wiercenia i wykonywania prób w odwiercie. Zasadniczą częścią odpadów wytwarzanych podczas wiercenia otworów są zwierciny (ich udział szacuje się na 50 – 75%). Odpady powstają w wyniku oddzielenia fazy stałej od płuczki na sitach wibracyjnych oraz innych urządzeniach, np. odpiaszczaczach, wirówkach. Odpady wydobywcze, tj. płuczki wiertnicze powstają również wtedy, gdy następuje zmiana parametrów wiercenia i płuczka jest wymieniana na inny rodzaj lub po zakończeniu prac. Odpady te stanowią także wody technologiczne zmieszane z płuczką oraz płyny z wykonywanych zabiegów technologicznych podczas wiercenia, a także resztki zaczynów cementowych pochodzące z procesów cementowania rur i wykonywania tzw. korków cementowych w otworze (źródło: [http://geoportal.pgi.gov.pl/odpady/rodzaje\\_odpadow/podgrupa\\_01\\_05/kod010504](http://geoportal.pgi.gov.pl/odpady/rodzaje_odpadow/podgrupa_01_05/kod010504); dostęp: czerwiec 2020).

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

- środki chemiczne używane do sporządzania i regulacji parametrów technicznych płuczek wiertniczych;
- metale ciężkie (Pb, Cr, Cd, Cu, Zn, Mn, Fe) pochodzące z minerałów lub dodatków chemicznych stosowanych do sporządzania płuczki, z materiałów stosowanych do cementowania otworów, z elementów orurowania otworów lub zwierconych materiałów skalnych,
- biocydy – środki zapobiegające procesom fermentacji płuczki.

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

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

Aby zminimalizować ilość odpadów na terenie wiertni powstanie program gospodarowania odpadami wydobywczymi, który będzie sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami ustawy z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych (tekst jednolity w Dz. U. 2017 poz. 1849 z późn zm.).

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.

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 podziemne pochodzące z pompowania oczyszczającego będą odprowadzane do szczelnego zbiornika ziemnego o pojemności minimalnej 4000 m<sup>3</sup>, a następnie, zgodnie z przepisami prawa, utylizowane przez odpowiednie firmy. Zbiornik ziemny będzie podścielony nieprzepuszczalną membraną, chroniącą środowisko gruntowo-wodne przed migracją wód złożowych w głąb podłoża.

Wody termalne pochodzące z pompowania pomiarowego będą schładzane w zbiorniku ziemnym o pojemności minimalnej 4000 m<sup>3</sup>, a następnie w zależności od jej parametrów oraz możliwości odprowadzane do wód powierzchniowych na podstawie zgłoszenia wodnoprawnego lub odpowiednio, zgodnie z przepisami prawa utylizowana przez odpowiednie firmy.



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

## **10. RODZAJ DOKUMENTACJI GEOLOGICZNEJ MAJĄCEJ POWSTAĆ W WYNIKU ROBÓT GEOLOGICZNYCH**

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

W przypadku nienawiercenia poziomów wód termalnych sporządzona zostanie dokumentacja prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów wód podziemnych (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 6 grudnia 2016 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych – Dz. U. z 2016 r., poz. 2023).

## **11. SPIS LITERATURY I MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH**

1. DADLEZ R., 1961 – Uwagi o paleogeograficznym i tektonicznym stanowisku niecki szczecińskiej. *Prz. Geol.*, **9**, 8: 411 – 416.
2. DADLEZ R., 1974 – Tectonic position of Western Pomerania (Northwestern Poland) prior to the upper Permian. W: *Z badań tektonicznych w Polsce*, **4**. Biul. Inst. Geol., **274**: 83 – 84.
3. DADLEZ R., 1978 – Stan litostratygrafii epikontynentalnej dolnej jury w Polsce i propozycje jej usystematyzowania. *Kwart. Geol.*, **22**, 4: 773 – 790.
4. DADLEZ R., 1979 – Tektonika kompleksu cechsztyńskiego-mezozoicznego. W: *Budowa geologiczna niecki szczecińskiej i bloku Gorzowa*. *Pr. Inst. Geol.*, **96**: 108–121.
5. DADLEZ R., MAREK S., 1974 – General outline of the tectonics of Zechstein – Mesozoic complex in central and north-western Poland. *Bull. Inst. Geol.*, **274**: 111–148.
6. DADLEZ R., MAREK S., POKORSKI J., 2000 – Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku w skali 1:1 000 000. *PIG*. Warszawa.

7. FELDMAN-OLSZEWSKA A. (red.), 2014 – Profile Głębokich Otworów Wiertniczych Instytutu Geologicznego – Gorzów Wielkopolski IG-1 (zeszyt 141). PIG-PIB, Warszawa.
8. GAJEWSKA I. (red.), 1983 – Profile Głębokich Otworów Wiertniczych Instytutu Geologicznego – Ośno IG-2 (zeszyt 57). Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
9. JASKOWIAK-SCHOENEICHOWA M. (red.), 1979 – Budowa geologiczna niecki szczecińskiej i Bloku Gorzowa. *Pr. Inst. Geol.*, **46**.
10. KARNKOWSKI P., 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – Niż Polski. *Prz. Geol.*, **56**, 10: 895 – 903.
11. KARNKOWSKI P., 2010 – Budowa geologiczna oraz geneza i ewolucja bloku Gorzowa. *Prz. Geol.*, **58**, 8: 680 – 688.
12. KLECZKOWSKI A. S. (red.), 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1: 500 000. AGH. Kraków.
13. KONDRACKI J., 2002 – Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
14. MACUDA J., 2010 – Środowiskowe aspekty produkcji gazu ziemnego z niekonwencjonalnych złóż, *Przegląd Geologiczny*, vol. 58, nr 3, 2010.
15. MACUDA J., MARCHEL P., 2011 – Oddziaływanie prac wiertniczych na środowisko przy poszukiwaniu gazu łupkowego w Polsce. *Wiertnictwo Nafta Gaz*, t. 28, z. 1-2, 2011.
16. MAMCZUR S., RADECKI S., WOJTKOWIAK Z., 1997 – O największym złożu ropy naftowej w Polsce Barnówko-Mostno-Buszewo (BMB). *Prz. Geol.*, **45**, 6: 582 – 588.
17. MIKOŁAJKÓW J., SADURSKI A. (red.), 2017 – Informator PSH. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych w Polsce. PIG-PIB. Warszawa.
18. NARKIEWICZ M., DADLEZ R., 2008 – Geologiczna regionalizacja Polski – zasady ogólne i schemat podziału w planie podkenozoicznym i podpermskim. *Prz. Geol.*, **56**: 391 – 397.
19. NAWROCKI J., BECKER A., 2017 – Atlas geologiczny Polski. PIG-PIB, Warszawa.
20. PACZYŃSKI B. (red.) 1995, —Atlas hydrogeologiczny Polski 1 : 500 000. Część II. Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych.
21. PACZYŃSKI B., SADURSKI A. red, 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski, tom I, Wody słodkie. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

22. PIENKOWSKI G., 2004 – The epicontinental Lower Jurassic of Poland. *Pol. Geo. Inst. Spec. Papers.*, 12: 1 – 122.
23. PIOTROWSKI A., 2000 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Dębno (385). PIG, Warszawa.
24. PIOTROWSKI A., 2008 – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Dębno (385). PIG, Warszawa.
25. PIOTROWSKI J., PIOTROWSKA K., 2004 – Słownik jednostek litostratygraficznych Polski. Tom III: jednostki formalne mezozoiku i kenozoiku (wersja podstawowa). PIG-PIB. Warszawa.
26. POŻARYSKI W., 1963 – Jednostki geologiczne Polski. *Prz. Geol.*, **11**: 4–10.
27. POŻARYSKI W., 1964 – Zarys tektoniki paleozoiku i mezozoiku Niżu Polskiego. *Geol. Quart.*, **8**: 1–41.
28. SCHIEWE M., WIŚNIEWSKI Z., 2002 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Dębno (385) wraz z objaśnieniami. PIG, Warszawa.
29. STARZYCKA A., 2014 – Powietrze atmosferyczne w procesie poszukiwania gazu łupkowego. Gaz i ropa z formacji łupkowych, artykuł 18/09/2014 opublikowany w serwisie informacyjnym Państwowej Służby Geologicznej - <https://infołupki.pgi.gov.pl>.
30. STEC B., 2016 – Mapa geośrodowiskowa Polski (II) w skali 1:50 000, plansza B, arkusz Dębno (385), PIG-PIB, Warszawa.
31. STELIGA T., ULIASZ M., 2012 – Wybrane zagadnienia środowiskowe podczas poszukiwania, udostępniania i eksploatacji gazu ziemnego z formacji łupkowych, NAFTA-GAZ, maj 2012.
32. STOŃSKI A. i in., 2008 – Objasnienia do mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, arkusz Dębno (385). PIG-PIB, Warszawa.
33. STUPNICKA E., STEMPIEŃ-SALEK M., 2016 – Geologia regionalna Polski, wydanie 4, zmienione, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego.
34. SZYPERKO-ŚLIWCZYŃSKA, 1980 – Litostratygrafia pstrego piaskowca w Polsce i projekt jej usystematyzowania. *Kwart. Geol.*, t. 24, nr 2.
35. WIŚNIEWSKI Z., 2010 – Warunki hydrogeologiczne Pojezierza Myśliborskiego i obszarów sąsiednich w granicach jednolitej części wód podziemnych nr 23. *Prz. Geol.*, **58**, 8: 704 – 711.

36. WOŹNICKA M., 2012 – Gospodarka wodna w fazie poszukiwania i eksploatacji złóż gazu, Czysta Energia nr 11/2012 – materiały internetowe (<http://e-czytelnia.abrys.pl/czysta-energia>).
37. WÓJCIK M., 2013 – Środowiskowe aspekty procesów poszukiwania i wydobywania gazu ze złóż niekonwencjonalnych typu shale gas, Studia Ecologiae et Bioethicae UKSW, 11 (2013) 3.
38. ZALESZKIEWICZ L., 2016 – Mapa geośrodowiskowa Polski (II) w skali 1:50 000, plansza A, arkusz Dębno (385), PIG-PIB, Warszawa.
39. ŻELAŻNIEWICZ A., 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – stan obecny i próba uprządkowania. Prz. Geol., **56**: 887–894.

#### **Źródła internetowe:**

1. <http://baza.pgi.gov.pl/>
2. [www.pgi.gov.pl/psh](http://www.pgi.gov.pl/psh)
3. <http://otworywiertnicze.pgi.gov.pl>
4. <http://geologia.pgi.gov.pl>
5. <http://geoserwis.gdos.gov.pl/>
6. <http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>
7. <http://igs.pgi.gov.pl>
8. <http://geoportal.pgi.gov.pl>
9. <http://ine.eko.org.pl>
10. <https://pl.wikipedia>.