Firma Geologiczna
J. WALCZYK
ul. II Brygady 160, 80-180 Gdańsk

Projekt robót geologicznych

w celu wykorzystania ciepła Ziemi do zasilania pompy ciepła
do ogrzewania szkoły podstawowej

w **Podjazach**

gmina: Sulęczyno
powiat: kartuski
województwo: pomorskie
zlewnia: Słupi (472)

Opracowanie: GEOLOG Jarosław Walczyk Nr upr. V-1245

mgr inż. Jarosław Walczyk
upr. V-1245

Projekt przedstawia
do zatwierdzenia:

Gdańsk, grudzień 2015 roku

Zawartość projektu

Tekst

1. Wstęp
1.1. Strona formalna tematu
1.2. Zadanie geologiczne

2. Stan rozpoznania geologicznego

3. Charakterystyka terenu
3.1. Położenie
3.2. Budowa geologiczna
3.3. Warunki hydrogeologiczne
3.4. Warunki geotermiczne

4. Projektowane prace
4.1. Koncepcja prac
4.2. Roboty wiertnicze
4.3. Dozór geologiczny
4.4. Harmonogram prac

5. Warunki bezpiecznego prowadzenia prac

6. Przewidywany wpływ prac i obiektu na środowisko

7. Literatura

8. Wnioski i zalecenia

9. Wyciąg z materiałów archiwalnych

Załączniki

1. Charakterystyka energetyczna projektowanych otworów

Rysunki:

1. Mapa w skali 1:50000
2. Plan sytuacyjno-wysokościowy w skali 1:1000
3. Mapa warunków sozologicznych
4. Projekt geologiczno-techniczny otworów

1. Wstęp

1.1. Strona formalna tematu

Projekt opracowano na zlecenie Pracowni Projektowej „DeCADa”, z siedzibą: ul. Wodna 14, 83-400 Kościerzyna, na rzecz Gminy Sulęczyno (adres urzędu gminy: ul. Kaszubska 26, 83-320 Sulęczyno). Jego zadaniem jest ustalenie zakresu prac geologicznych niezbędnych do założenia instalacji do odbioru ciepła Ziemi.

Szczegółowy projekt instalacji pompy ciepła zostanie ustalony po przeprowadzeniu projektowanych robót geologicznych i badań, będzie uwzględniał rzeczywiste warunki geologiczne i geotermiczne.

1.2. Zadanie geologiczne

Przewiduje się ogrzewanie ciepłem uzyskiwanym z Ziemi budynku szkoły podstawowej w Podjazach. Projektowane obciążenie cieplne budynku wynosi około 55 kW.

Wstępnie projektuje się wykorzystanie pompy ciepła o mocy znamionowej 59,2 kW, w tym moc chłodnicza 44,8 kW (COP = 4,1).

Dolnym źródłem ciepła mają być kolektory pionowe. Zadaniem geologicznym jest wykonanie otworów wiertniczych udostępniających dolne źródło ciepła, wraz z założeniem wymienników gruntowych, pozwalających na pokrycie prognozowanego zapotrzebowania na energię cieplną. Przy założeniu (obliczenia w rozdziale 4.1 i w załączniku nr 1), że będzie możliwe uzyskanie średnio 43-49 W (w zależności od czasu pracy pompy ciepła) z każdego metra kolektora, zaprojektowano wykonanie 12 otworów wiertniczych po 100 m każdy.

Nierównomierność zapotrzebowania na ciepło będzie bardzo wysoka. Wynika to przede wszystkim z:
- sezonowego wykorzystania pompy ciepła,
- ograniczonego czasu pracy pompy w ciągu doby.

Pobór na poziomie prognozowanego zapotrzebowania maksymalnego godzinowego wystąpi tylko zimą, w pozostałym okresie nie powinien przekroczyć 20% zapotrzebowania.

Lokalizacja wierceń została uzgodniona z zamawiającym i inwestorem, nie będzie kolidować z zagospodarowaniem terenu. Spełnia wymagania Rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z 12 kwietnia 2002 roku, w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU nr 75, poz. 690, ze zmianami).

2. Stan rozpoznania geologicznego

Rozpoznanie geologiczne i hydrogeologiczne terenu, można uznać za umiarkowanie dobre, co - przy stosunkowo prostej budowie geologicznej w tym rejonie - jest wystarczające do rozwiązania postawionego zadania geologicznego. W sąsiedztwie terenu projektowanych prac wykonano kilka otworów studziennych (w projekcie wykorzystano informacje o najbliższych):

- nr 1 - wykonana w 1977 r. przez właścicieli domów letniskowych w Borku, głębokości 36,0 m,
- nr 2 - wykonana w roku 1991 przez zakład studniarski Andrzeja Kwidzyńskiego z Kościerzyny, dla domku letniskowego Adama Nowakowskiego, koło Podjaz, głębokości 76,0 m,
- nr 3 - dwie studnie ujęcia wiejskiego w Mściszewicach:
  - nr 1 wykonana w 1967 roku przez Przedsiębiorstwo Zaopatrzenia Rolnictwa w Wodę „Wodrol" w Pruszczu Gdańskim, o głębokości 150,0 m,
  - nr 2 wykonana w 1977 roku przez Przedsiębiorstwo Zaopatrzenia Rolnictwa w Wodę „Wodrol" w Pruszczu Gdańskim, o głębokości 65,0 m.
- nr 4 - w zespole domków letniskowych w Widnej Górze, znajduje się niezinwentaryzowana studnia nieznanego wykonawstwa, głębokości 64 m.

Rozpoznania geotermicznego brak i może być przyjęte tylko na podstawie przesłanek ogólnych.

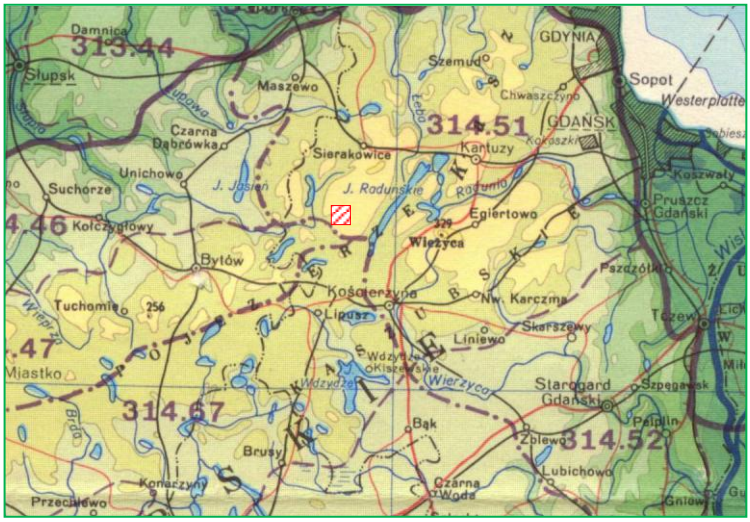
Profile geologiczne wybranych otworów archiwalnych zawiera rozdział 9, ich lokalizację przedstawiono na mapie w skali 1:25000 (rysunek nr 1).

„Dokumentację hydrogeologiczną zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych zlewni Słupi i Orzechowej" opracowało Arcadis Ekokonrem Sp. z o.o. we Wrocławiu, w 2002 roku. Dokumentacja została zatwierdzona decyzją Ministra Środowiska znak DG/kdh/ED/489-6417/2003 z 28 maja 2003 roku.

3. Charakterystyka terenu

3.1. Położenie

Podjazy są zlokalizowane około 26,5 km na południowy zachód od Kartuz (siedziba starostwa powiatowego) i około 5,5 km na północ od Sulęczyna (siedziba urzędu gminy). Teren projektowanych prac znajduje się w centrum osady, po lewej stronie drogi prowadzącej z Sulęczyna do Sierakowic. Położenie administracyjne podano na stronie tytułowej.



Ryc. nr 1. Wyrys z mapy Regionalizacja fizycznogeograficzna Polski w skali 1:1250000 [1]

Podjazy leżą na terenie Pojezierza Kaszubskiego (314.51), u zbiegu trzech dużych jednostek podziału fizycznogeograficznego Polski: Pojezierza Wschodniopomorskiego (314.5), Pojezierza Zachodniopomorskiego (314.4) oraz Pojezierza Południowopomorskiego (314.6/7). [1]

Geomorfologicznie teren ten znajduje się w obrębie pasa wzniesień morenowych pojezierzy: Kaszubskiego i Bytowskiego.

Morfologia terenu została ukształtowana pod koniec fazy pomorskiej stadiału głównego zlodowaceń północnopolskich. Teren w rejonie miejscowości Podjazy jest lekko pofalowany, rzędne zmieniają się od około 240 m n.p.m. do około 165 m n.p.m., ze spadkiem w kierunku rynny Jeziora Gowidlińskiego i doliny Słupi. W granicach parceli przewidzianych do rozpoznania i w jej bezpośrednim otoczeniu teren jest niemal zupełnie płaski a rzędne oscylują między 178,0 a 180,7 m n.p.m.

Współrzędne projektowanego otworu nr 1:

- geograficzne:	ϕ = 54°16'56" N	λ = 17°48'17" E	(układ BL WGS 84),
- topograficzne:	x = 713474,5	y = 422211,0	(układ PUWG 1992),
	x = 6016582,0	y = 6487291,5	(układ 2000).

Ryc. nr 2. Warunki hydrologiczne [2]

Wieś Podjazy znajduje się w zlewni: Słupi (472). Zlewnia elementarna: Słupia do Jeziora Gowidlińskiego do Strasznicy (472151). [2]. Najbliższym przejawem wód powierzchniowych jest Słupia, opływająca Podjazy w odległości około 0,2-0,3 km oraz gęsta sieć rowów melioracyjnych. Średni stan wody w rzece w sąsiedztwie projektowanego rozpoznania wynosi 165,3 m n.p.m.

Teren przewidziany do rozpoznania – tj. parcela nr 368 i 369 (obręb ewidencyjny Podjazy) – jest własnością Gminy Sulęczyno (dane adresowe w rozdziale 1).

Położenie terenu prac wskazują mapa w skali 1:25000 (rysunek nr 1), plan sytuacyjno-wysokościowy w skali 1:1000 (rysunek nr 2).

3.2. Budowa geologiczna

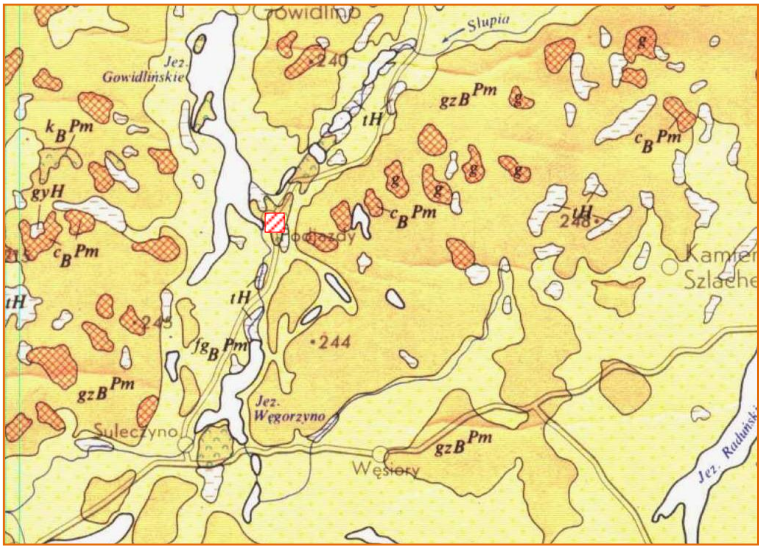
Z punktu widzenia postawionego zadania jest istotna znajomość budowy geologicznej piętra czwartorzędowego, ze szczególnym podkreśleniem jego partii przypowierzchniowych, najbardziej narażonych na ewentualne niekorzystne oddziaływanie projektowanej inwestycji.

Rejon ten zaliczany jest do tzw. obszaru kościerskiego. Ta jednostka geomorfologiczna obejmuje zespół form związanych z odpływem wód roztopowych tzw. „bramy kaszubskiej". Są to stożki sandrowe tworzone u wylotu rynien (w tym gowidlińskiej), nakładające się ku południowi i tworzące pola sandrowe oraz drobne formy ozopodobne.

Miąższość osadów czwartorzędowych w obrębie południowo-zachodniego fragmentu Pojezierza Kaszubskiego i północnej części Równiny Charzykowskiej wynosi zwykle od 100 do 150 m, tylko w miejscach erozyjnego obniżenia stropu trzeciorzędu przekracza podane wartości, natomiast w strefach wyniesień może być mniejsza.

W otoczeniu rejonu projektowanej inwestycji rozpoznanie sięga głębokości 150 m (tj. około 60,7 m n.p.m.- na ujęciu w Mściszewicach), nie osiągając spągu osadów czwartorzędowych. Na temat głębszych warstw można wnioskować tylko na podstawie odległych głębokich otworów i przesłanek regionalnych.

Znany profil czwartorzędu rozpoczyna szara glina zwałowa (nieprzewiercona) ze stropem na głębokości od 130 do 135 m (tj. około 80 m n.p.m.), pochodząca prawdopodobnie ze zlodowaceń środkowopolskich. Glinę zwałową przykrywa seria osadów klastycznych, związana z akumulacją wodnolodowcową z początkowego okresu zlodowaceń północnopolskich, miąższości rzędu10 m.



Ryc. nr 3. Wyrys z mapy geologicznej Polski w skali 1:200000 [3]

Warstwę piaszczystą budują piaski: od bardzo drobno- do średnioziarnistego. Powyżej, aż do powierzchni, zalega kolejny, bardzo miąższy, kompleks szarej gliny zwałowej, przewarstwionej wielokrotnie piaskiem o różnej granulacji, miejscami piaskiem ze żwirem lub żwirem, zwykle z duża domieszką drobnych frakcji. Miąższość przewarstwień piaszczystych jest niewielka, zazwyczaj nie przekracza dwóch metrów.

Na przewarzającej części omawianego obszaru na powierzchni odsłania się najmłodsza glina zwałowa datowana na fazę pomorską stadiału głównego zlodowaceń północnopolskich. Jedynie w obrębie dolin erozyjnych górne partie gliny zwałowej zostały wyerodowane i zastąpione materiałem klastycznym. Taka sekwencja warstw występuję w obrębie rynny gowidlińskiej.

Rozpoznanie geologiczne w bezpośrednim sąsiedztwa Podjaz, nie przekracza płytkich utworów czwartorzędowych. Od powierzchni terenu występują małej miąższości piaski, podścielone gliną zwałową. Pod gliną zalega druga seria piasków od drobno- do gruboziarnistego (lokalnie ze żwirem), ponownie podścielona gliną zwałową. Z rozpoznania regionalnego wynika, ze drugi pokład gliny zwałowej sięga do głębokości rzędu 100 m.

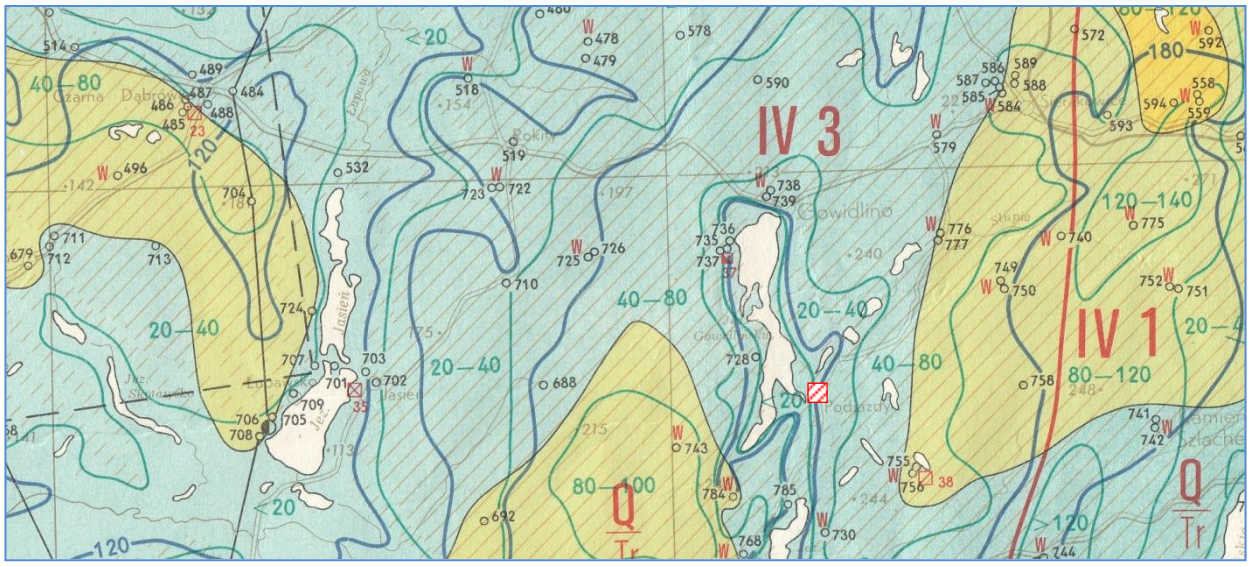
Spodziewany profil otworu wskazano na rysunku 4.

3.3. Warunki hydrogeologiczne

Dane archiwalne wskazują, że pierwsza użytkowa warstwa wodonośna występuje pod gliną zwałową, na głębokości rzędu 20-40 m. Ma miąższość od 10 do powyżej 20 m i jest budowana przez piaski od drobno- do gruboziarnistego i piasek ze żwirem. Zwierciadło wody stabilizuje się na rzędnej około 160 m n.p.m. Współczynnik filtracji $1{,}7 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Druga warstwa wodonośna zalega na głębokości ok. 100 m.

Warunki hydrogeologiczne w rejonie projektowanych robót ilustruje fragment Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:200000. [4]



Ryc. nr 4. Wyrys z Mapy hydrogeologicznej Polski [4]

3.4. Warunki geotermiczne

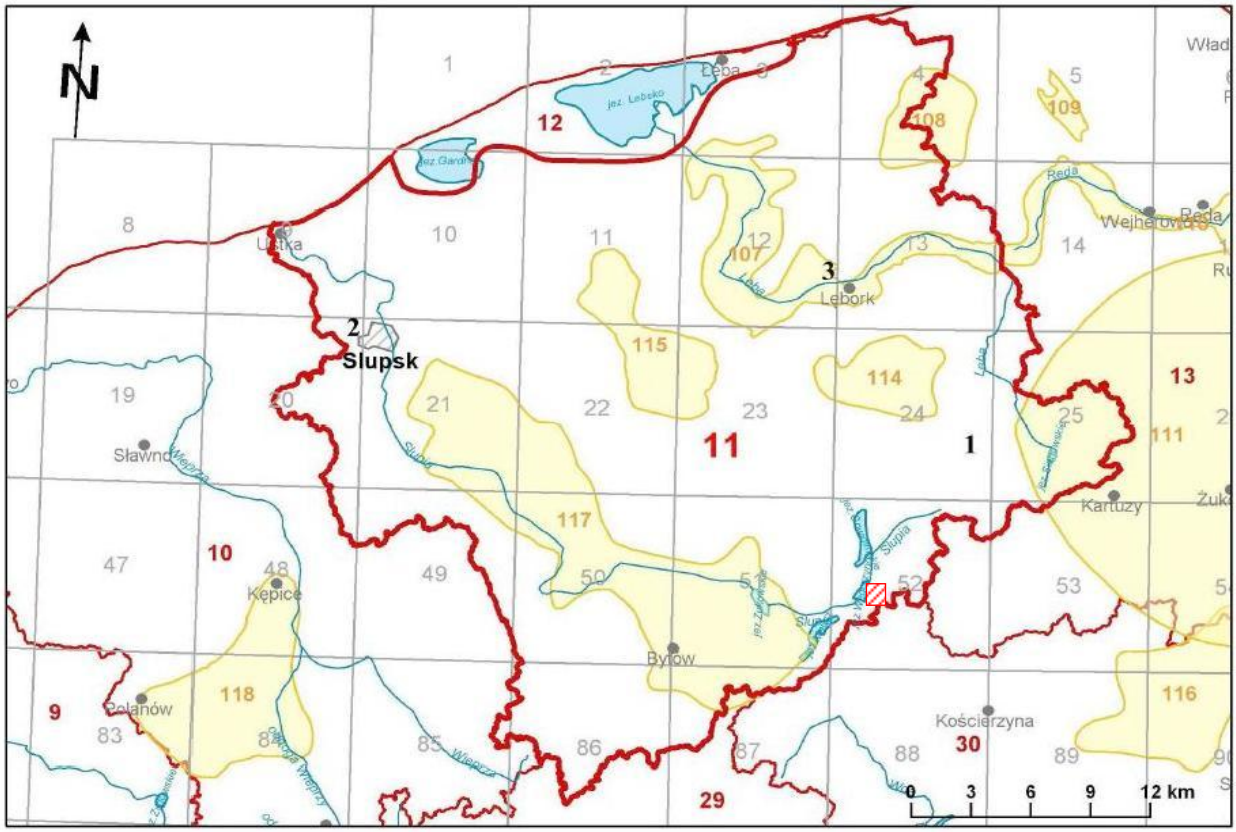
W pobliżu terenu prac, nie były prowadzone żadne wiarygodne badania geotermiczne. Temperatura skał na głębokości 1 km jest szacowana na około 25ºC [Majorowicz 1979]. Gradient geotermiczny między głębokością 0,2 a 1,0 km, wynosi około 0,015ºC/m, płycej nieznany. Gęstość powierzchniowego strumienia cieplnego Ziemi w rejonie Polski, wynosi zwykle od $0{,}8 \cdot 10^{-6}$ do $1{,}0 \cdot 10^{-6}$ HFU [cal/cm^2·s].

Przewodność cieplną skał w płytkim profilu można szacować na [10]:
- piasków 2,8 kcal/cm·s·ºC
- mułków 5,2 kcal/cm·s·ºC

Głębokość strefy rocznego wahania temperatury mniejszego niż 0,1ºC, można przyjąć na 18 m [10]. Stała temperatura skał na tej głębokości, powinna być równa średniej rocznej temperaturze powietrza, wynoszącej 6,9ºC (teoretycznie od 0,5 do 1,5ºC więcej).

3.5. Warunki sozologiczne

Podjazy znajdują się w skrajnym południowo-wschodnim fragmencie JCWPd nr 11 o symbolu: Q1-3 - (Ng) - (Ng-Pg), (Q-Cr$^{(z)}$), (Pg), (Cr)$^{(z)}$,
gdzie:
- Q – wody porowe w utworach piaszczystych
- Ng – wody porowe w utworach piaszczystych
- Pg – wody porowe w utworach piaszczystych
- Cr – wody porowe w utworach piaszczystych
- (z) – wody lokalnie zasolone



Ryc. nr 4. Lokalizacja JCWPp nr 11 (wg http://www.psh.gov.pl/plik/id,4825,v,artykul_5419.pdf)

Obszar JCWPd 11 obejmuje zlewnie Słupii, Łupawy i Łeby. Główne poziomy wodonośne występują w utworach czwartorzędowych, wyróżnia się zasobna struktura pradoliny Redy-Łeby (GZWP 107) oraz innych głównych zbiorników wód podziemnych. W utworach czwartorzędowych występują jeden, dwa lub trzy poziomy wodonośne przy czym dolny poziom ma kontakt hydrauliczny z lokalnie występującym poziomem Ng-Pg, Pg lub zasolonym piętrem kredowym. Stan JCWPd nr 11 jest oceniany jako dobry i niezagrożony. Nie przewidziano żadnych odstępstw (derogacji) w odniesieniu do celów środowiskowych.

Teren projektowanych robót znajduje się na skraju Kaszubskiego Parku Krajobrazowego. Projektowane prace wiertnicze i badania geologiczne nie kolidują z warunkami jego utrzymania..

W zasięgu oddziaływania ujęcia nie ma innych obiektów przyrodniczych chronionych na mocy ustawy o ochronnie przyrody. Najbliższymi są: Park Krajobrazowy Dolina Słupi, Kaszubski Park Krajobrazowy i Obszar Chronionego Krajobrazu Fragment pradoliny Łeby i wzgórza morenowe na południe od Lęborka.

Najbliżej położonymi obszarami sieci Natura 2000 są ostoje siedliskowe :
- PLB220002 – Dolina Słupi,
- PLH220008 – Lasy Mirachowskie
- PLH2200012 – Jezioro Raduńsko-Ostrzyckie
- PLH2200014 – Kurze Grzędy,
- PLB2200027 – Staniszewskie Błoto,
- PLH2200036 – Dolina Łupawy.

Wszystkie wymienione obszary chronione są usytuowane w odległości, która wyklucza niekorzystny wpływ projektowanych prac (tj. założenia i eksploatacji instalacji do poboru ciepła Ziemi) na ich funkcjonowanie.

Położenie wymienionych obszarów chronionych przedstawia rysunek nr 3.

Projektowana konstrukcja otworów ogranicza do minimum ich wpływ na wody podziemne i powierzchniowe. Dzięki izolacji rurą polietylenową i koszulką iłową w otworze kontaminacja wody jest wykluczona, gdyż nie ma ona kontaktu z medium roboczym pompy. Ewentualne rozszczelnienie układu może spowodować ucieczkę do gruntu około 0,3 m^3 roztworu solankowego (przy całkowitym opróżnieniu wężownicy z jednego otworu), co wobec bardzo małej ilości substancji oraz stosunkowo długiej drogi filtracji do najbliższych czynnych ujęć wody i drenujących wód powierzchniowych, nie wpłynie na jakość tych wód. Skażenie zanim dotrze do strefy studzien będzie podlegać intensywnej sorpcji i wielokrotnemu rozcieńczaniu niepowodując tym samym zagrożenia pogorszeniem jakości wody.

Znajdująca się w bezpośrednim sąsiedztwie studnia głębinowa stanowiła źródło zaopatrzenia w wodę obiektów szkoły. Po podłączeniu szkoły do zbiorczej sieci wodociągowej studnia została wyłączona z eksploatacji. Właścicielem ujęcia jest Gmina Sulęczyno. Właściciel ujęcia podejmując decyzję o założeniu instalacji do poboru ciepła ziemi, podjął świadome ryzyko obniżenia jakości wody na ujęciu w przypadku rozszczelnienia instalacji zasilającej pompę ciepła.

Dzięki zastosowanym rozwiązaniom technicznym można uznać, że założona instalacja nie stanowi zagrożenia środowiska przyrodniczego, w tym wód podziemnych.

4. Projektowane prace

4.1. Koncepcja prac

Podstawowym parametrem jest przewodność cieplna ośrodka. Określa się ją współczynnikiem przewodności cieplnej właściwej. Na wartość przewodności cieplnej bardzo istotny wpływ wywiera stopień zawodnienia skał. Jeśli są to utwory suche, wówczas o gęstości strumienia ciepła decyduje przewodność cieplna skał. Jeśli natomiast mamy do czynienia z utworami zawodnionymi, to pociąga to rzeczywistą przewodność cieplną ośrodka określa zarówno przewodność szkieletu skalnego, jak i przewodność wody wypełniającej puste przestrzenie. Dodatkową rolę spełnia konwekcyjne przenoszenie ciepła, którego intensywność zależy w głównej mierze od prędkości przepływu wód, która jest uwarunkowana współczynnikiem filtracji i spadkiem hydraulicznym. [12]

Innym ważnym parametrem jest pojemność cieplna ośrodka definiowana jako ilość ciepła konieczna do podniesienia temperatury ciała o stałej objętości o jeden kelwin. Pojemność cieplna odniesiona do masy ciała stanowi pojemność cieplną właściwą (ciepło właściwe). Dla ośrodka niejednorodnego, jaki stanowią skały nasycone wodą, ciepło właściwe jest sumą ciepła właściwego szkieletu skalnego oraz wody. [12]

Zarówno przewodność, jak i pojemność cieplna są parametrami decydującymi o mocach uzyskiwanych z geotermalnych instalacji niskotemperaturowych. Zasadnicze znaczenie ma tu przewodność cieplna, jako współczynnik proporcjonalności pomiędzy gradientem temperaturowym, a gęstością strumienia. Pojemność istotna jest jedynie w niestacjonarnych procesach przepływu ciepła - w praktyce dotyczy dobowej i sezonowej zmienności mocy, a także procesów magazynowania ciepła w gruncie. Oba te parametry, połączone z gęstością strumienia cieplnego ziemi na danym obszarze, decydują o efektywności energetycznej instalacji. [12]

W praktyce do ustalenia wydajności instalacji dolnego źródła ciepła wykorzystuje się parametr określany jako wskaźnik mocy poboru lub mocy cieplnej, który oznacza moc uzyskiwaną z metra głębokości otworu. Orientacyjne wartości wskaźnika mocy ciepła skał występujących w profilu litologicznym projektowanych otworów wiertniczych podaje tabela.

litologia skał		wskaźnik mocy cieplnej [W/m]	
		przy 1800 godzinach pracy	przy 2400 godzinach pracy
1.	piaski i żwiry suche (nasypy)	<25	<20
2.	piaski i żwiry zawodnione	60-80	55-65
3.	piaski i żwiry silnie zawodnione	80-100	80-100
4.	Iły i gliny	35-50	30-40

W celu określenia poprawności rozwiązania zadania geologicznego obliczono wydajność instalacji dolnego źródła ciepła i zestawiono z założeniami projektowanymi podanymi przez zamawiającego i projektanta instalacji pompy ciepła.

W celu wykorzystania ciepła Ziemi jako dolnego źródła do zasilania pomp ciepła, planuje się założenie dwóch pionowych wymienników ciepła. Przy założonym profilu będzie możliwe uzyskanie średnio 43-49 W (w zależności od czasu pracy pompy ciepła) z każdego metra kolektora. Pokrycie zapotrzebowania na ciepło wymaga zatem wykonania 12 otworów wiertniczych po 100 m każdy, co pozwoli uzyskać średnio od 51,6 do 58,8 kW (założono bezpieczny zapas mocy cieplnej).

Wydajność instalacji projektowanego dolnego źródła ciepła ustalono wg wzoru:

$$Q = \Sigma\, w_i * mi \quad [W]$$

gdzie:
– Q – wydajność cieplna otworu [W]
– w_i – wskaźnik mocy cieplnej wg tabeli nr 2 [W/m]
– m_i – miąższość wydzielonej warstwy litologicznej wg rysunku 4 [m]

Wyniki obliczeń zawiera załącznik nr 1.

Z zestawienia wynika, że średnia nadwyżka wydajności cieplnej dolnego źródła w stosunku do założeń projektowych (tj. przyjętej mocy pompy ciepła) wynosi:
- 31% przy 1800 godzinach pracy pompy w roku,
- 15% przy 2400 godzinach pracy pompy w roku,
co jest wystarczającym zapasem do prawidłowego działania instalacji.

Opierając się na danych literaturowych pochodzących z badań laboratoryjnych lub doświadczeń (dobrej praktyki geologicznej) przyjmuje się, że odległości miedzy otworami w instalacjach wielootworowych powinny wynosić:
- 6,0 do 15,0 m (Kapuściński J. , Rodzoch A., 2006), [13]
- średnio 7,0 m (Górecki W., 2006). [14]

Ustalenie rzeczywistej skali interferencji pomiędzy otworami jest możliwe wyłącznie na podstawie metod numerycznych wymagających precyzyjnego rozpoznania parametrycznego gruntu lub badań in situ wykonywanych przy użyciu ruchomego zestawu terenowego (metoda „termal response test”). Ze względu na małą rangę dokumentowanej instalacji takie badania nie zostały przeprowadzone. Można założyć, że nadwyżka mocy cieplnej systemu jest wystarczająca do rekompensaty ewentualnego spadku mocy wynikającego z oddziaływania interferencyjnego otworów.

Gęstość strumienia cieplnego Ziemi rzędu 1,0 $\mu cal/cm^2 \cdot s$, nie pokrywa odbioru ciepła. Deficyt jest wyrównywany przez:
- sezonową i okresową pracę pompy ciepła,
- magazynowanie ciepła,
- gradient temperatury, zwiększony przez odbiór ciepła.

Temperatura skał będzie wynosiła początkowo 8-10 ºC. Podczas pracy pompy ciepła, będą ulegały wychłodzeniu, w stopniu zależnym od intensywności eksploatacji otworów.

4.2. Roboty wiertnicze

Projektuje się wykonanie 12 otworów wiertniczych, obrotowo z prawym obiegiem płuczki do głębokości 100 m każdy. Lokalizacja otworów jest wskazana na planie sytuacyjno-wysokościowym w skali 1:1000 (rysunek nr 2).

Wiercenie należy rozpocząć wykonaniem otworu pilotowego. Jest wymagane opróbowanie otworu (próby okruchowe z płuczki). Na podstawie doświadczeń z jego wykonania, może być korygowana konstrukcja następnych. Kolejne otwory mogą pomijać opróbowanie, chyba że przebieg wiercenia wskaże na istotne zmiany w profilu geologicznym.

Wiercenie należy prowadzić świdrem trójpłatowym lub skrawającym ϕ 165 mm do głębokości 100 m, z zastosowaniem prawego obiegu płuczki iłowej. Parametry płuczki ustali

roboczo wykonawca wiercenia. W początkowej fazie wiercenia może być niezbędne założenie konduktora ϕ 200 mm, do głębokości 4 m (o konieczności takiego zabiegu zadecyduje kierownik wiercenia).

Po dowierceniu każdego otworu, należy natychmiast uzbroić go w kolektor z rury PE ϕ 40 mm (dwie równoległe pętle). Jest wskazane przy opuszczaniu obciążenie przewodu, umożliwiające zatopienie go w płuczce i zapobiegające zaklinowaniu w otworze, oraz wiązanie w odległościach nie większych niż 5 m.

Przed opuszczeniem przewodu kolektora należy wykonać pomiar temperatury dna otworu. Jest wystarczający pomiar temperatury w jednym otworze.

Po uzbrojeniu otwory należy szczelnie wypełniać mleczkiem iłowym.

Szczegóły konstrukcji otworów podano na rysunku nr 4.

4.3. Dozór geologiczny

Opróbowanie otworu zgodnie z "Instrukcją obsługi wierceń hydrogeologicznych", tj. próbki pobierać z luźnego urobku w odstępach niewiększych niż co 1 m oraz przy każdej zmianie litologicznej przewiercanych utworów. [17]

Dozór geologiczny ma obowiązek korekty prac w zakresie:
- głębokości otworów - zależnie od profilu geologicznego,
- szczegółów konstrukcji otworów - w dostosowaniu do warunków stwierdzonych wierceniem.

Wszystkie ustalenia związane z konstrukcją otworu powinny być uzgadniane z zamawiającym, projektantem pompy ciepła i wykonawcą wiercenia.

Dokumentacja winna być opracowana zgodnie z § 2, 3 i 6 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych (DzU nr 282, poz. 1656)

4.4. Harmonogram prac

Rozpoczęcie prac: pierwszy kwartał 2016 roku.

1. Roboty wiertnicze	- 4 tygodnie
2. Opracowanie dokumentacji	- 1 tydzień
Łączny czas realizacji zadania	- 5 tygodni

5. Warunki bezpiecznego prowadzenia prac

Podczas robót należy przestrzegać Rozporządzenia Ministra Gospodarki, z dnia 28 czerwca 2002 roku, w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w zakładach górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (DzU 02.109.961).

Nie przewiduje się:
- występowania horyzontów ropnych i gazowych ani zawierających gazy trujące,
- zagrożenia erupcyjnego oraz zagrożenia siarkowodorowego,
- stosowania materiałów promieniotwórczych i wybuchowych.

Organizacja placu wiercenia, ze względu na sąsiedztwo budynku szkoły, wymaga zachowania szczególnych warunków bezpiecznego prowadzenia robót.

Przy wykonywaniu robót należy prowadzić dokumentację, w jej skład wchodzą:
- dokumentacja wiercenia,
- dokumentacja techniczna sprzętu wiertniczego,
- rejestr bezpieczeństwa:
  - instrukcje stanowiskowe,
  - ustalenia i protokoły dotyczące bezpiecznego prowadzenia robót,
  - ewidencję szkoleń oraz okresowych badań lekarskich pracowników,
  - wykaz pracowników, wraz z dokumentami stwierdzającymi ich kwalifikacje.

Teren wiertni należy oznakować tablicami informującymi o zakazie wstępu osób nieupoważnionych. Tablice należy umieścić na wysokości, co najmniej 1,5 m.

Wszelkie prace przy załadunku i rozładunku urządzeń i sprzętu wiertniczego należy prowadzić pod nadzorem osoby upoważnionej. Zabrania się prowadzenia robót przy silnym wietrze, podczas burzy, śnieżycy lub ulewy.

Podczas przerwy w wierceniu otwór powinien być zabezpieczony przed możliwością wpadnięcia przedmiotów oraz przed dostępem osób nieupoważnionych.

Pracownicy powinni być przeszkoleni w zakresie udzielania pierwszej pomocy.

Przy zastosowaniu wiertnicy napędzanej silnikiem elektrycznym, energia elektryczna powinna być pobierana ze skrzynki rozdzielczej, linią kablową OP 4x16. Granicą eksploatacji urządzeń wiertni będą zaciski licznika w skrzynce rozdzielczej. Podłączenia energii elektrycznej musi wykonać uprawniony elektryk. Silnik pompy głębinowej należy zabezpieczyć przed zwarciem bezpiecznikami topikowymi. Ochronę przed dotykiem pośrednim będzie stanowił samoczynny wyłącznik zasilania.

Wieżę wiertniczą należy uziemić sondą z linką stalową. Oporność uziomu nie może być większa od 5 Ω. Protokóły z pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej instalacji i urządzeń nn oraz uziemienia wieży, powinny znajdować się w aktach wiertni.

Prace realizowane zgodnie z projektem i przy zachowaniu podanych warunków bezpiecznego prowadzenia robót, nie spowodują zagrożenia środowiska przyrodniczego ani bezpieczeństwa powszechnego:

6. Przewidywany wpływ prac i obiektu na środowisko

Wiercenie:

- organizacja placu wiercenia będzie utrudniona przez sąsiedztwo budynku,
- będzie konieczne zachowanie szczególnych warunków bezpiecznego prowadzenia robót,
- wiercenie będzie uciążliwe dla otoczenia ze względu na wibracje i hałas,
- urobek z wierceń zostanie rozplantowany a plac wierceń uporządkowane i przywrócone do stanu pierwotnego.

Obiekt:

- instalacje niskotemperaturowe zamknięte oddziałują na środowisko przyrodnicze wyłącznie przez obniżenie temperatury ośrodka z którego czerpane jest ciepło,
- wokół otworu tworzy się lej temperaturowy symetryczny względem osi otworu (w utworach zawodnionych lej jest rozwinięty w dół strumienia wód podziemnych) w takiej postaci nie stanowi zagrożenia środowiska przyrodniczego,
- spadek temperatury przypowierzchniowych partii gruntu może powodować szkody w ekosystemach związanych ze środowiskiem glebowym, zasięg oddziaływania nie przekracza 8 m od otworu, co oznacza, że nie wykroczy poza granice własności.
- konstrukcja otworów ogranicza do minimum ich wpływ na wody podziemne, kontaminacja wody podziemnej jest wykluczona, gdyż nie ma ona styku z medium roboczym pompy, dzięki izolacji rurą PE i koszulką iłową w otworze,
- ewentualne rozszczelnienie układu może spowodować ucieczkę do gruntu około 0,3 m^3 roztworu solankowego (przy całkowitym opróżnieniu wężownicy z jednego otworu), co wobec bardzo małej ilości substancji oraz długiej drogi filtracji nie wpłynie na jakość umownych wód podziemnych.
- dzięki zastosowanym rozwiązaniom technicznym można uznać, że założona instalacja nie stanowi zagrożenia środowiska przyrodniczego, w tym wód podziemnych.

7. Literatura

1. Kondracki J. - Geografia fizyczna Polski, Warszawa 1988.

2. Atlas podziału hydrograficznego Polski, praca pod kierunkiem H. Czarneckiej – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2005

3. Mapa geologiczna Polski w skali 1:200000. Arkusz Słupsk – Państwowy Instytut Geologiczny, 1975

4. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:20000. Arkusz Słupsk – Państwowy Instytut Geologiczny, 1985

5. Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na niżu polskim – praca zbiorowa pod redakcją Wojciecha Góreckiego, Kraków 2006.

6. Majorowicz J. - Przebieg wahań stopnia geotermicznego w Polsce w przedziale głębokości 200-2500 m, Kwart. Geol. nr 4, Warszawa 1971.

7. Majorowicz J. - Ziemskie pole cieplne na Niżu Polskim w powiązaniu z tektoniką, Biul. IG nr 307, Warszawa 1979.

8. Sokołowski J. - Ważniejsze problemy geosynoptyki i geotermii Polski na tle tektoniki globalnej, Techn. Poszuk. Geol. nr 3-4, Warszawa 1988.

9. Geotermia niskotemperaturowa w Polsce – J. Kapuściński, A. Rodzoch, 2006

10. Фролов Н. М. - Гидрогеотермия, Москва 1976.

11. Kwiecień K., Tarnowska S. - Warunki klimatyczne. Studium geograficzno-przyrodnicze i ekonomiczne województwa gdańskiego, GTN Wydział III Nauk Matematyczno-Przyrodniczych, Gdańsk 1974.

12. Kapuściński J., Rodzoch A. - Geotermia niskotemperaturowa w Polsce – stan aktualny i perspektywy rozwoju, Warszawa 2006.

13. Mapa ochrony przyrody w województwie pomorskim w skali 1:220000.

14. Aktualny stan ekologicznej sieci obszarów Natura 2000 w województwie pomorskim – Zespół Dokumentacji Przyrodniczej Pomorskiego Urzędu Wojewódzkiego, 2008.

15. Witryna internetowa: http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/

16. Instrukcja obsługi wierceń hydrogeologicznych – Wydawnictwa AGH, Kraków 2011

8. Wnioski i zalecenia

1. Projekt wymaga akceptacji Starosty Powiatu Kartuskiego.

2. Prace należy prowadzić pod dozorem geologicznym.

3. Dozór geologiczny jest zobowiązany do korekty ustaleń projektu w zakresie:
   - głębokości otworów - w zależności od profilu geologicznego,
   - szczegółów konstrukcji otworu - w dostosowaniu do warunków stwierdzonych wierceniem.

4. W istniejących warunkach hydrogeologicznych oraz dzięki zastosowanym rozwiązaniom technicznym można uznać, że projektowana instalacja nie stanowi zagrożenia środowiska przyrodniczego, w tym wód podziemnych.

5. Dokumentacja należy opracować zgodnie z § 2, 3 i 6 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych (DzU nr 282, poz. 1656).

9. Wyciąg z materiałów archiwalnych

Otwór studzienny na terenie zespołu domków letniskowych w Borku
Wykonany przez użytkowników w roku 1977
Rzędna terenu: 166,5 m n.p.m.

Profil:	0,0- 2,5	piasek drobnoziarnisty	Q
	2,5- 3,5	piasek różnoziarnisty ze żwirem	
	3,5- 8,5	glina zwałowa, brązowa	
	8,5-15,0	glina zwałowa, szara	
	15,0-26,0	glina piaszczysta, szara	
	26,0-30,0	piasek drobnoziarnisty, szary	
	30,0-35,0	piasek różnoziarnisty, ze żwirem, szary	
	35,0-36,0	glina zwałowa, szara	

Zwierciadło wody nawiercone: 26,0 m
ustalone: 8,2 m

Zafiltrowano warstwę wodonośną na głęb. 29,6-34,6 m.

$k = 3{,}5 \cdot 10^{-4}$ m/s

Otwór studzienny w domku letniskowym w Podjazach
Wykonany przez studniarza Andrzeja Kwidzyńskiego z Kościerzyny w roku 1991
Rzędna terenu: 223,6 m n.p.m.

Profil:	0,0-30,0	glina zwałowa, brunatna
	30,0-32,0	żwir z otoczakami
	32,0-60,0	glina zwałowa
	60,0-76,0	piasek drobnoziarnisty, szary

Zwierciadło wody nawiercone: 60,0 m
ustalone: 42,0 m

Zafiltrowano warstwę wodonośną na głęb. 70,5-74,5 m.

$k = 1{,}7 \cdot 10^{-4}$ m/s