



Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, tel. 22 45 92 000, fax 22 45 92 001, sekretariat@pgi.gov.pl
Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie, XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099; NIP PL 52500-8040

www.pgi.gov.pl

państwowa służba
geologiczna

państwowa służba
hydrogeologiczna

SPRAWOZDANIE ZE WSTĘPNYCH BADAŃ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH dla projektowanego magazynu rdzeni wiertniczych Narodowego Archiwum Geologicznego PIG-PIB w Leszczach k. Kłodawy

Zlecniodawca: Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Wykonawca: Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
Program Geologia dla Zagospodarowania Przestrzeni i Budownictwa
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Opracował zespół w składzie:

Program Geologia dla Zagospodarowania Przestrzennego i Budownictwa

dr Zbigniew Frankowski upr. geol. 06 0295
dr Edyta Majer upr. geol. VI-0412
mgr Grzegorz Ryżyński upr. geol. VII-1493
mgr inż. Ewelina Sarzańska
inż. Karol Jankowski

Program Geotechnologie

mgr inż. Grzegorz Pacanowski upr. geol. X-0217

Warszawa, wrzesień 2013 r.

Dokumentacja zawiera:

I. Część tekstowa:

1. Wstęp	4
2. Materiały wejściowe	4
3. Cel badań geologicznych	4
4. Charakterystyka terenu prac	4
5. Charakterystyka techniczna projektowanego obiektu	5
6. Opis budowy geologicznej	6
6.1 Budowa geologiczna	6
6.2. Warunki hydrograficzne, hydrologiczne	7
7. Zakres wykonanych prac badawczych	8
7.1 Prace terenowe	8
7.1.1 Wiercenia	8
7.2 Badania laboratoryjne	10
7.3 Badania geofizyczne	11
7.4 Prace geodezyjne	14
7.5 Prace dokumentacyjne	14
8 Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich	15
9 Ocena przydatności terenu dla lokalizacji projektowanego obiektu	17
10 Ocena możliwości zastosowania na projektowanym obiekcie pomp ciepła.	18
11 Wnioski	21

II. Część graficzna:

Numer załącznika	Tytuł załącznika
1	Mapa lokalizacyjna
2	Fragment Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz 515 Kłodawa
3	Fragment Mapy Hydrogeologicznej Polski, arkusz 515 Kłodawa
4	Fragment Mapy Geologiczno-Gospodarczej Polski, arkusz 515 Kłodawa
5	Mapa dokumentacyjna w skali 1:2000
6	Przekroje geologiczno – inżynierskie w skali 1:500/1:200.
7	Karty badań terenowych
8	Wyniki badań laboratoryjnych - Zestawienie badań laboratoryjnych - Raporty z badań laboratoryjnych PIG-PIB
9	Przekroje geofizyczne

1. Wstęp

Niniejsze opracowanie wykonano w ramach tematu „nr tematu NAG+pełny tytuł”

Opracowanie dotyczy wstępnego określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby projektowanego magazynu rdzeni wiertniczych Narodowego Archiwum Geologicznego (NAG) PIG-PIB w Leszczach k. Kłodawy.

2. Materiały wejściowe

W opracowaniu wykorzystano następujące publikacje i materiały archiwalne:

- Mapa Geologiczno-Gospodarcza Polski w skali 1:50 000, arkusz Kłodawa (515) wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny;
- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Kłodawa (515) wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny;
- Rubik M. 2006. Pompy ciepła. Poradnik. Ośrodek Informacji „Technika Instalacyjna w Budownictwie”;
- Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Kłodawa (515) wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny.
- Norma Geotechnika. Badania Polowe – PN/B-04452
- Norma PN-B-03020:1981 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie

3. Cel badań geologicznych

Celem wykonanych badań geologicznych jest wstępne określenie warunków geologiczno-inżynierskich na działce nr 11/2 w Leszczach k. Kłodawy, gdzie zostanie zlokalizowana projektowana inwestycja – Hala magazynu rdzeni wiertniczych NAG. Wykonane badania mają umożliwić optymalną lokalizację Hali w obrębie przedmiotowej działki.

W ramach badań przeanalizowano również możliwość zastosowania systemu ogrzewania i chłodzenia projektowanej inwestycji za pomocą pomp ciepła (geotermia niskopotencjałowa)

4. Charakterystyka terenu prac

Omawiany teren znajduje się na Pojezierzu Kujawskim, w południowo-wschodniej części Pojezierza Wielkopolskiego (Kondracki J., 1998). Przedmiotowa działka jest ograniczona z od wschodu, północy i południa polami uprawnymi. Od wschodniej strony ograniczona jest drogą



państwowa służba
geologiczna

państwowa służba
hydrogeologiczna

Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, tel. 22 45 92 000, fax 22 45 92 001, sekretariat@pgi.gov.pl
Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie, XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099; NIP PL 52500-8040

www.pgi.gov.pl

SPRAWOZDANIE ZE WSTĘPNYCH BADAŃ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH dla projektowanego magazynu rdzeni wiertniczych Narodowego Archiwum Geologicznego PIG-PIB w Leszczach k. Kłodawy

Zlecniodawca: Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Wykonawca: Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
Program Geologia dla Zagospodarowania Przestrzeni i Budownictwa
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Opracował zespół w składzie:

Program Geologia dla Zagospodarowania Przestrzennego i Budownictwa

dr Zbigniew Frankowski upr. geol. 06 0295
dr Edyta Majer upr. geol. VI-0412
mgr Grzegorz Ryżyński upr. geol. VII-1493
mgr inż. Ewelina Sarzańska
inż. Karol Jankowski

Program Geotechnologie

mgr inż. Grzegorz Pacanowski upr. geol. X-0217

Warszawa, wrzesień 2013 r.

Dokumentacja zawiera:

I. Część tekstowa:

1. Wstęp	4
2. Materiały wejściowe	4
3. Cel badań geologicznych	4
4. Charakterystyka terenu prac	4
5. Charakterystyka techniczna projektowanego obiektu	5
6. Opis budowy geologicznej	6
6.1 Budowa geologiczna	6
6.2. Warunki hydrograficzne, hydrologiczne	7
7. Zakres wykonanych prac badawczych	8
7.1 Prace terenowe	8
7.1.1 Wiercenia	8
7.2 Badania laboratoryjne	10
7.3 Badania geofizyczne	11
7.4 Prace geodezyjne	14
7.5 Prace dokumentacyjne	14
8 Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich	15
9 Ocena przydatności terenu dla lokalizacji projektowanego obiektu	17
10 Ocena możliwości zastosowania na projektowanym obiekcie pomp ciepła	18
11 Wnioski	21

II. Część graficzna:

Numer załącznika	Tytuł załącznika
1	Mapa lokalizacyjna
2	Fragment Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz 515 Kłodawa
3	Fragment Mapy Hydrogeologicznej Polski, arkusz 515 Kłodawa
4	Fragment Mapy Geologiczno-Gospodarczej Polski, arkusz 515 Kłodawa
5	Mapa dokumentacyjna w skali 1:2000
6	Przekroje geologiczno – inżynierskie w skali 1:500/1:200.
7	Karty badań terenowych
8	Wyniki badań laboratoryjnych - Zestawienie badań laboratoryjnych - Raporty z badań laboratoryjnych PIG-PIB
9	Przekroje geofizyczne

1. Wstęp

Niniejsze opracowanie wykonano w ramach tematu „nr tematu NAG+pełny tytuł”

Opracowanie dotyczy wstępnego określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby projektowanego magazynu rdzeni wiertniczych Narodowego Archiwum Geologicznego (NAG) PIG-PIB w Leszczach k. Kłodawy.

2. Materiały wejściowe

W opracowaniu wykorzystano następujące publikacje i materiały archiwalne:

- Mapa Geologiczno-Gospodarcza Polski w skali 1:50 000, arkusz Kłodawa (515) wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny;
- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Kłodawa (515) wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny;
- Rubik M. 2006. Pompy ciepła. Poradnik. Ośrodek Informacji „Technika Instalacyjna w Budownictwie”;
- Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Kłodawa (515) wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny.
- Norma Geotechnika. Badania Polowe – PN/B-04452
- Norma PN-B-03020:1981 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie

3. Cel badań geologicznych

Celem wykonanych badań geologicznych jest wstępne określenie warunków geologiczno-inżynierskich na działce nr 11/2 w Leszczach k. Kłodawy, gdzie zostanie zlokalizowana projektowana inwestycja – Hala magazynu rdzeni wiertniczych NAG. Wykonane badania mają umożliwić optymalną lokalizację Hali w obrebie przedmiotowej działki.

W ramach badań przeanalizowano również możliwość zastosowania systemu ogrzewania i chłodzenia projektowanej inwestycji za pomocą pomp ciepła (geotermia niskopotencjałowa)

4. Charakterystyka terenu prac

Omawiany teren znajduje się na Pojezierzu Kujawskim, w południowo wschodniej części Pojezierza Wielkopolskiego (Kondracki J., 1998). Przedmiotowa działka jest ograniczona z od wschodu, północy i południa polami uprawnymi. Od wschodniej strony ograniczona jest drogą

gminną prowadzącą w kierunku miejscowości Przedecz. Od strony zachodniej znajduje przedmiotowa działka sąsiaduje z siedliskiem wiejskim – działką na której zlokalizowany jest dom mieszkalny oraz zabudowania gospodarcze, patrz mapa dokumentacyjna – załącznik nr 5. Nieopodal południowo-zachodniej granicy działki znajduje się zbiornik wodny – staw. W centralnej części działki znajduje się obniżenie terenu – wyrobisko po lokalnej eksploatacji piasku i żwiru. Wymiary wyrobiska to ok. 40 x 40 m. Wyrobisko ma głębokość około 2,0 m. Wyrobisko jest obecnie częściowo wypełnione wodą, zarośnięte oraz wypełnione śmieciami i gruzem. Lokalizację dawnego wyrobiska oznaczono na mapie dokumentacyjnej w załączniku nr 5. Teren działki jest praktycznie płaski. Rzędne terenu wynoszą od 120,0 do 122,0 m n.p.m. Rzędne łagodnie rosną w kierunku północno-wschodnim.

Pod względem morfologicznym analizowany teren znajduje się na wysoczyźnie lodowcowej, o powierzchni wznoszącej się powyżej rzędnej 120,0 m n.p.m., o rzeźbie zróżnicowanej w wyniku działalności wód roztopowych zlodowacenia Wisły. Jest to obszar tzw. młodej rzeźby polodowcowej.

5. Charakterystyka techniczna projektowanego obiektu

Projektowana inwestycja to magazyn rdzeni wiertniczych Narodowego Archiwum Geologicznego w Leszczach koło Kłodawy. Inwestycja składa się z dwóch obiektów – hali magazynowej oraz budynku profilatorni rdzeni (budynek o charakterze laboratoryjno-socjalnym).

Hala/magazyn rdzeni będzie to obiekt o powierzchni 7500 m², o wymiarach w planie ok. 75 x 100m, hala nie będzie podpiwniczona. Wysokość hali to. 9,0 m

W hali magazynowej przechowywane będą skrzynki z rdzeniami wiertniczymi (będzie tam składowane ok. 1 mln skrzynek o wymiarach 0,1 x 0,1 x 1,0 m). Skrzynki będą przechowywane na regałach wysokiego składowania o wysokości 8,0 m. W hali przewiduje się ruch wózków widłowych.

Budynek profilatorni rdzeni będzie to zaplecza socjalnego hali magazynowej z laboratoriami, w których rdzenie wybrane z magazynu będą mogły być szczegółowo badane, opisywane i fotografowane.

Budynek profilatorni rdzeni będzie miał powierzchnię około 500 m², wymiary w planie to ok. 25 x 20 m. Budynek będzie miał 2 kondygnacje – parter i piętro, część budynku będzie podpiwniczona, budynek będzie jedną ze ścian połączony z budynkiem hali magazynowej.

6. Opis budowy geologicznej

6.1 Budowa geologiczna

Z uwagi na charakter i zasięg głębokościowy wykonanych badań charakterystykę geologiczną analizowanego terenu ograniczono do osadów przypowierzchniowych, tj. neogenu i czwartorzędu. Podłoże skalne na omawianym obszarze stanowią wapienie i podrzędnie wapienie margliste i dolomity jury górnej, nawiercone w otworach archiwalnych na głębokości około 120 m p.p.t.

Trzeciorząd, Neogen

Podłoże przedczwartorzędowe analizowanego obszaru stanowią osady trzeciorzędowe należące do miocenu i pliocenu. Osady miocenu, występujące od głębokości około 80 m p.p.t. są wykształcone jako seria piasków kwarcowych, lokalnie żwirów z wkładkami mułków i ilów oraz węgla brunatnych. Miąższość serii piaszczystej miocenu jest różna. Na analizowanym terenie, na podstawie analizy archiwalnych przekrojów geologicznych z objaśnień do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz Kłodawa (515) miąższość ta wynosi około 50 m.

Pliocen. Utwory Pliocenu wykształcone są jako ropy i mułki jeziorzyskowe, głównie jako ropy i mułki ilaste. Tworzą one charakterystyczną serię ilów pstrych, miejscami zawierających wkładki piasków drobnoziarnistych. Miąższość plioceńskiej serii ilastej na analizowanym obszarze może dochodzić nawet do 50 m. Iły plioceńskie mogą być zaburzone glacytektonicznie.

Czwartorzęd, Plejstocen

W obrębie osadów plejstocenu na analizowanym obszarze występują osady lodowcowe, wodnolodowcowe i zastoiskowe zlodowaceń środkowopolskich Odry i Warty oraz zlodowacenia północnopolskiego Wisły. Podrzędnie występują również osady rezydualne, rzeczne i jeziorne interglacjałów mazowieckiego, lubelskiego i eemskiego.

W spagu profilu plejstocenijskich osadów czwartorzędowych występują piaski rzeczne interglacjału mazowieckiego, o miąższości dochodzącej do 10 m. Na analizowanym terenie występują dwa cykle sedymentacyjne – ze żwirami w spagu.

Osady zlodowacenia środkowopolskiego są to w przewadze gliny zwałowe zlodowacenia Odry i zlodowacenia Warty. Gliny zlodowacenia Odry tworzą ciągłą warstwę o miąższości ok. 10-20 m. W obrębie glin mogą występować przewarstwienia piasków wodnolodowcowych oraz mułków i ilów zastoiskowych. Między poziomami glin zwałowych Odry i Warty występują piaski i żwiry rezydualne interglacjału lubelskiego, o miąższości rzędu 2-3 m.

Osady zlodowacenia Warty są reprezentowane przez ciągłą warstwę glin zwałowych o miąższości dochodzącej do 40 m, na analizowanym obszarze miąższość wynosi około 20 m. W obrębie kompleksu glin zwałowych Warty występują osady zastoiskowe – ropy i mułki oraz osady wodnolodowcowe – piaski i żwiry.

Osady zlodowacenia Wisły występują w postaci nieciągłej pokrywy o miąższości dochodzącej do 3 m. Występuje jeden poziom glin zwałowych oraz piaski wodnolodowcowe i osady zastoiskowe.

Czwartorzęd nierozdzielony

Warstwę przypowierzchniową stanowią piaski gliniaste zwietrzelinowe, które wykształciły się w wyniku wietrzenia odsłaniających się na powierzchni stropowych partii glin zwałowych zlodowacenia Wisły.

6.2. Warunki hydrogeologiczne

Na obszarze analizowanej działki nie występują wody powierzchniowe. Z zakresu do głębokości rozpoznania objętej niniejszym opracowaniem wody podziemne występują w utworach czwartorzędowych i trzeciorzędowych.

Wody w utworach czwartorzędowych:

Występują dwa użytkowe poziomy wodonośne w obrębie osadów czwartorzędowych.

Są to:

Poziom gruntowy, w utworach piaszczystych zalegających nad glinami zwałowymi zlodowacenia Wisły, występujący na głębokości od 1,0 do 10,0 m p.p.t. Swobodne zwierciadło wód gruntowych tego poziomu występuje na głębokości od 1,0 do 10,0 m p.p.t. i podlega sezonowym wahaniom związanym z zasilaniem poziomu gruntowego przez infiltrację wód opadowych.

Poziom międzyglinowy, występuje on w piaskach wodnolodowcowych znajdujących się pod nakładem glin zwałowych zlodowacenia północnopolskiego i środkowopolskiego. Miąższość tego poziomu wodonośnego jest różna, od kilku do kilkudziesięciu metrów.

Wody w utworach trzeciorzędowych:

Na analizowanym terenie występuje trzeciorzędowy użytkowy poziom wodonośny w piaszczystych utworach miocenowych, na głębokości około 80,0 m p.p.t. Poziom ten jest sporadycznie eksploatowany. Występuje on pod kompleksem bruntatno-węglowym utworów ilasto-mułkowych miocenu.

7. Zakres wykonanych prac badawczych

7.1 *Prace terenowe*

W ramach prac terenowych wykonano (zestawienie podano w tabeli 2):

- 27 otworów badawczych,

Badania zostały wykonane zgodnie z projektem robót geologicznych. Prace zostały wykonane w okresie od 29.07.2013 r. do 02.08.2013 r.

Prace prowadzone były z zachowaniem obowiązujących przepisów BHP. Podczas wykonywania prac terenowych sprawowany był stały dozór geologiczny przez uprawnionych geologów, do których obowiązków należało:

- wykonywanie opisu makroskopowego przewiercanych gruntów, pobieranie próbek gruntu oraz likwidacja otworów;
- prowadzenie pomiarów i obserwacji hydrogeologicznych;
- korygowanie na bieżąco lokalizacji oraz głębokości otworów, jeżeli wymagały tego warunki geologiczne.

7.1.1 Wiercenia

Ogółem wykonano **27 wierceń** o łącznym metrażu **239,6 mb**, o głębokości od 1,6 do 16,0 m. Wykonany metraż stanowi 77 % metrażu zaprojektowanego (310 mb). Lokalizację wykonanych wierceń badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w **załączniku nr 2**.

Zgodnie z projektem zostały wykonane otwory od OW1 do OW27. Wiercenia były wykonywane systemem mechanicznym i ręcznym, w zależności od warunków terenowych i dostępności punktu badawczego.

W trakcie wiercenia mechanicznego świdrem spiralnym były pobierane próbki klasy **3 i 4** (NU i NW). Próbki pobierano z każdej nawierconej warstwy o odmiennej litologii, w miarę możliwości nie rzadziej, niż co 2÷3 m. Próbki zabezpieczano przed wysychaniem do momentu dostarczenia do laboratorium przez pobieranie do podwójnych worków foliowych.

Wiercenia prowadzone były pod stałym dozorem uprawnionego geologa. W czasie wszystkich wierceń prowadzono na bieżąco analizę makroskopową gruntów wydobywanych z otworów badawczych, jak również pomiary i obserwacje zwierciadła wody gruntowej.

Tabela 2 Zestawienie wykonanych punktów badawczych

Lokalizacja punktu w PUWG 2000 pas 5		Punkt dokumentacyjny	Rodzaj badania	Głębokość wiercenia OW
X	Y			[m p.p.t.]
491518	493323	OW1	otwór badawczy	9,7
491575	493354	OW2	otwór badawczy	8,5
491594	493384	OW3	otwór badawczy	8,6
491613	493446	OW4	otwór badawczy	8,0
491651	493477	OW5	otwór badawczy	8,3
491669	493508	OW6	otwór badawczy	8,7
491707	493570	OW7	otwór badawczy	8,7
491670	493570	OW8	otwór badawczy	9,0
491632	493539	OW9	otwór badawczy	13,0
491613	493508	OW10	otwór badawczy	8,5
491575	493446	OW11	otwór badawczy	8,0
491537	493415	OW12	otwór badawczy	16,0
491518	493385	OW13	otwór badawczy	8,6
491480	493416	OW14	otwór badawczy	1,6
491499	493446	OW15	otwór badawczy	8,5
491537	493477	OW16	otwór badawczy	10,0
491575	493539	OW17	otwór badawczy	8,0
491594	493570	OW18	otwór badawczy	8,4
491632	493601	OW19	otwór badawczy	8,5
491575	493632	OW20	otwór badawczy	9,1
491556	493601	OW21	otwór badawczy	10,0
491518	493539	OW22	otwór badawczy	8,4
491499	493508	OW23	otwór badawczy	8,2
491461	493477	OW24	otwór badawczy	8,0
491442	493447	OW25	otwór badawczy	9,0
491423	493477	OW26	otwór badawczy	10,0
491518	493323	OW27	otwór badawczy	8,3
		RAZEM:		239,6 mb

Zgodnie z Rozporządzeniem MOŚZNiL (Dz. U. Nr 91, poz. 426) wszystkie pobrane próbki kwalifikują się, jako próbki czasowego przechowywania i nie podlegają przekazaniu organowi państwowej administracji geologicznej. Próbkę są przechowywane w magazynie Laboratorium Analiz Geologiczno-Inżynierskich Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego do momentu upływu 3 miesięcy od przyjęcia bez zastrzeżeń dokumentacji geologiczno-inżynierskiej przez właściwy organ administracji geologicznej (Ministerstwo Środowiska).

Karty wykonanych wierceń zawiera załącznik nr 7.

7.2 *Badania laboratoryjne*

Podczas wykonywania wierceń 80 próbek gruntów klasy 3 i 4 (NU i NW). W laboratorium dla wszystkich pobranych próbek została wykonana analiza makroskopowa, na podstawie której zostały wytypowane próbki do badań cech fizycznych.

W tabeli 3 przedstawiono zestawienie wykonanych w ramach tematu badań laboratoryjnych.

Tabela 3 Zestawienie wykonanych badań laboratoryjnych

Rodzaj badania	liczba próbek
Badanie uziarnienia:	
- analiza sitowa	11
- analiza areometryczna	13
Badania wilgotności naturalnej	80
Badania konsystencji	12

Badania makroskopowe i badania wilgotności naturalnej przeprowadzono dla wszystkich próbek.

Analiza makroskopowa została wykonana zgodnie z PN-B-04481:1988 p.3. Objęła ona określenie rodzaju, stanu, barwy, wilgotności gruntu oraz zawartości CaCO₃. Symbol gruntu został określony zgodnie z PN-B-02480:1986.

Wilgotność naturalna wn została określona zgodnie z PN-88/B-04481 p. 5.1.

Analiza granulometryczna została wykonana dla 24 próbek. Wykonano 11 analiz sitowych zgodnie z PN-B-04481:1988 p. 4.1 oraz 13 analiz areometrycznych zgodnie z PN-B-04481:1988 p. 4.2. Wyniki analizy granulometrycznej zostały przedstawione na kartach badań, a także w formie tabelarycznej (zał. 8), gdzie zostały przedstawione jako procentowe zestawienie poszczególnych frakcji w badanej próbce gruntu, na podstawie których została wyznaczona nazwa gruntu wg PN-B-04481:1988 oraz wg PN-EN ISO 14688-1;2.

Stan gruntu oznaczony został dla 12 próbek, w oparciu o wartości granic konsystencji gruntu – plastyczności wP i płynności wL. Granicę plastyczności oznaczono zgodnie z PN-B-04481:1988 p. 5.5, a granicę płynności zgodnie z PN-B-04481:1988 p. 5.6.4. Wyniki badania granic konsystencji przedstawione zostały w formie tabelarycznej (zał. 8).

Badania laboratoryjne zostały wykonane w oparciu o metodykę producenta urządzeń pomiarowych i normy:

- PKN-CEN ISO/TS 17892-1:2009 Badania geotechniczne -- Badania laboratoryjne gruntów -- Część 1: Oznaczanie wilgotności;
- PKN-CEN ISO/TS 17892-4:2009 Badania geotechniczne -- Badania laboratoryjne gruntów -- Część 4: Oznaczanie składu granulometrycznego;
- PKN-CEN ISO/TS 17892-6:2009 Badania geotechniczne -- Badania laboratoryjne gruntów -- Część 6: Badanie penetrometrem stożkowym;
- PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.

Wyniki badań laboratoryjnych wykorzystano do charakteryzacji wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich. Załącznik 8 zawiera zestawienie wyników wykonanych badań laboratoryjnych w formie tabelarycznej oraz raporty z badań laboratoryjnych.

7.3 Badania geofizyczne

Wyniki badań geofizycznych przedstawiono w załączniku nr 6.

Badania geofizyczne zostały wykonane przed wierceniami, w celu określenia wstępnego modelu geologicznego podłoża na potrzeby zaprojektowania rozmieszczenia i głębokości wierceń. Do tego celu wykorzystano metodę tomografii elektrooporowej ERT (Electrical Resistivity Tomography).

Wyników pomiarów nie reinterpretowano już po wykonaniu wierceń. Wyniki pozwoliły wstępnie rozpoznać budowę geologiczną terenu i zaplanować wiercenia.

Założono, że głębokość rozpoznania wyniesie maksymalnie ok. 30-40 m p.p.t., dlatego zaplanowano pomiary w taki sposób by taką głębokość osiągnąć.

Szczegółową lokalizację omówiono już w rozdziale X, oraz przedstawiono na załączniku nr X. Profilowanie geofizyczne wykonano wzdłuż 5 profili o łącznej długości około 4 km. Poniższa tabela prezentuje spis wykonanych profili, ich długości oraz lokalizację początku i końca każdego profilu.

Tab. 1. Zestawienie wykonanych profili geofizycznych

Nazwa profilu	Dł. profilu [m]	Początek profilu (PUWG 2000 pas 6)		Koniec profilu (PUWG 2000 pas 6)	
		X	X	X	X
PROFIL-1	300	5817240,42	6425473,18	5817008,00	6425891,01
PROFIL-2	300	5817493,68	6425640,15	5817450,97	6425946,96
PROFIL-3	300	5817450,97	6425946,96	5816736,41	6425769,44
PROFIL-4	300	5816357,91	6425617,08	5817163,77	6425611,33
PROFIL-5	1120	5816016,60	6425340,79	5817076,92	6425391,29
Razem	4240				

Wyniki badań geofizycznych – przekroje geoelektryczne przedstawiono w zał. 9.

Profile geoelektryczne wykonano z krokiem 5-cio metrowym, w gradientowym układzie elektrod.

X.1.3 Metodyka pomiarów

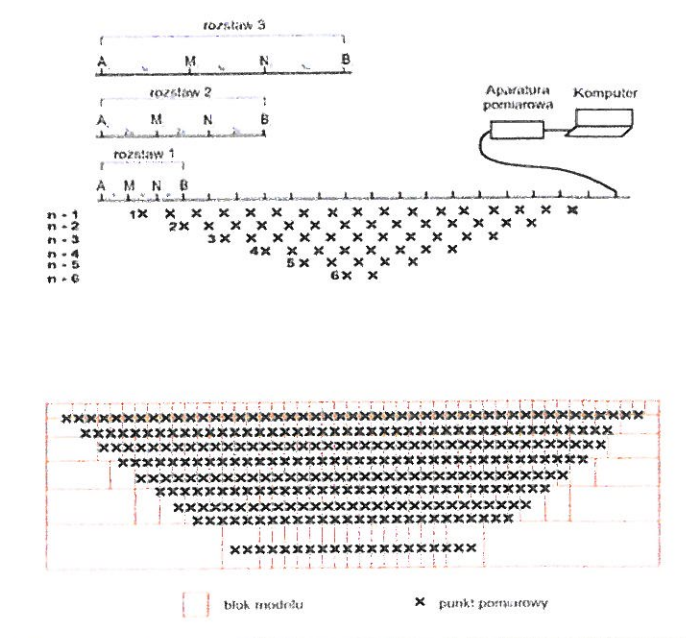
Metoda tomografii elektrooporowej ERT bazuje na zjawisku przepływu stałego prądu elektrycznego przez ośrodek skalny. W geofizycznych badaniach elektrooporowych przedmiotem rozpoznania jest przestrzeń ośrodka geologicznego pomiędzy dwiema

elektrodami uziemianymi w gruncie, do których podłączone jest źródło prądu elektrycznego. Spadek napięcia rejestrowany za pomocą dwóch innych elektrod (elektrody pomiarowe) jest proporcjonalny do oporu elektrycznego ośrodka i wzajemnej konfiguracji położenia i odległości w układzie wyznaczonym lokalizacją elektrod zasilających i pomiarowych.

Wyznaczona z takiego pomiaru oporność elektryczna określana jest terminem oporności pozornej. Wielkość ta nie odwzorowuje w sposób ścisły oporności elektrycznej badanego ośrodka. W istocie jest pewną wielkością średnią odnoszącą się do całej półprzestrzeni, przez którą przepływa prąd elektryczny w powiązaniu z konfiguracją układu pomiarowego.

W tomografii elektrooporowej pomiary mogą odbywać się na całej długości profilu w jednym procesie kontrolowanym przez aparaturę pomiarową. Wszystkie elektrody rozmieszczane są przed rozpoczęciem pomiarów wzdłuż całego badanego odcinka w stałych odległościach względem siebie. W trakcie pomiarów system mikroprocesorowy sukcesywnie uaktywnia odpowiednie grupy elektrod zgodnie z wybranym przez operatora układem pomiarowym. W efekcie wyniki profilowania rejestrowane są wzdłuż rozstawu pomiarowego ze szczegółowością odpowiadającą odległości rozmieszczonych elektrod (Rys. 3). Potrzeba przenoszenia rozstawu pomiarowego zachodzi jedynie w przypadkach, gdy wystąpi konieczność pomiaru na innym profilu lub gdy długość profilu przekracza długość okablowania.

Zasięg głębokościowy metody elektrooporowej jest pochodną długości stosowanych rozstawów pomiarowych oraz w pewnym stopniu topografii terenu. Dla analizowanego terenu udało się osiągnąć głębokość rozpoznania do około 30 m p.p.t.



Rys. X. Uproszczony schemat układu pomiarowego, stosowany w tomografii elektrooporowej.

Jak już opisano wcześniej w badaniach elektrooporowych wykonanych na potrzeby niniejszego opracowania wytyczone profile pomierzono z odstępem elektrod wzdłuż linii profilu wynoszącym 5 m. Uzyskany w pomiarach zasięg głębokościowy rozpoznania oporności ośrodka wynosił do ok 30-35 m głębokości względem powierzchni terenu.

Przyjęty układ pomiarowy umożliwił uzyskanie rozdzielczości w poziomie równej ok. 5 m, natomiast rozdzielczość w pionie wyniosła: w górnych częściach przekroju 3 m, w dolnych 5 m.

Interpolacja wartości oporności pomiędzy poszczególnymi punktami pomiarowymi, jest przetworzona w procesie interpretacji i przedstawiona graficznie na przekroju jako izoliniowy rozkład wartości oporności rzeczywistych.

W procesie interpretacji interpolowane granice mogą być nieznacznie przesunięte w stosunku do zarejestrowanych wartości (do kilku metrów). Korelacja danych elektrooporowych z istniejącymi wierceniami geologicznymi pozwala na uściślenie przebiegu granic fizycznych (między warstwami o różnych opornościach elektrycznych).

W procesie interpretacji wykorzystano model blokowy o oczku 10x2 m, z inwersją 5 iteracji.

Wyniki pomiarów metodą tomografii elektrooporowej, standardowo przedstawiane są w postaci przekrojów izolinii, obrazujących zmiany oporności w badanym ośrodku w układzie 2D, tj.: odległości wzdłuż linii profilowania i głębokość względem powierzchni badań.

W sytuacjach wykonywania badań na powierzchniach o zróżnicowanej morfologii stosowane są algorytmy przetwarzania danych, pozwalające na wprowadzenie poprawek topograficznych i prezentację przekrojów z uwzględnieniem morfologii terenu badań.

Do przetwarzania surowych danych terenowych służy specjalistyczne oprogramowanie, które określa oporność pozorną w blokach badanego medium geologicznego. Dane wyjściowe są uporządkowane w macierzy zawierającej lokalizację na przekroju, głębokość środka bloku i wartość oporności pozornej. Po procesie inwersji otrzymujemy ostateczny przekrój opornościowy, który jest podstawą do interpretacji.

X.1.4 Wyniki badań

Analityczną część wszystkich wyników badań geofizycznych przedstawiono na przekrojach elektrooporowych zestawionych w zał. 9. Przekroje sporządzono w skali poziomej 1: 1000 i pionowej 1: 500 z uwzględnieniem morfologii, odczytanej z mapy topograficznej w skali 1:1000. Opracowane przekroje przedstawiają rozkład oporności elektrycznej ośrodka geologicznego do głębokości około -30 m ppt.

Na podstawie rozkładu oporności, oraz zmienności oporności ośrodka skalnego można rozróżnić w dużym uproszczeniu następujące kategorie litologiczne:

- ośrodek o wysokiej oporności, powyżej 80 Ω m, niekiedy przekraczającej 1000 Ω m odpowiada piaskom o różnej wilgotności, lokalnie są to piaski pylaste i/lub gliniaste,

- ośrodek o oporności od 15 do 70 Ω m, są to gliny piaszczyste i gliny pylaste,
Analizując wyniki badań, należy uznać zastosowaną metodę za bardzo skuteczną.

Badany obszar charakteryzuje się prostą budową geologiczną. W obrazie rozkładu wartości oporności dominują niskie wartości oporności charakterystyczne dla utworów gliniastych. Od góry widać znaczny wzrost oporności – co odpowiada występowaniu od powierzchni piasków.

Lokalnie widać iż wartości oporności nieznacznie się zwiększają do ok 60-80 Wm. Są to lokalnie przewarstwienia w glinach piaskami, lub też są to gliny piaszczyste. Strefa taka najbardziej uwidacznia się pomiędzy 80 a 120 metrem profili 1-4 na głębokości ok 20 m ppt.

7.4 Prace geodezyjne

W ramach prac geodezyjnych wykonano:

- lokalizację powykonawczą wykonanych badań na mapie dokumentacyjnej (załącznik nr 5) w skali 1:2 000 wykonano z pomocą zestawu GPS oraz metodą domiarów prostokątnych.

7.5 Prace dokumentacyjne

Na podstawie projektu robót geologicznych opracowano niniejszą dokumentację geologiczno – inżynierską.

Część tekstowa dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zawiera:

- opis, zakres i ocenę wykonanych prac oraz badań dla terenu projektowanej Hali NAG w Leszczach,
- opis budowy geologicznej,
- charakterystykę warunków geologiczno-inżynierskich,
- analizę badań geofizycznych,
- charakterystykę wydzielonych zespołów gruntów (serii litologiczno-genetycznych),
- wartości parametrów fizyczno-mechanicznych gruntów
- wnioski z udokumentowanych badań podłoża,
- ocena przydatności terenu dla lokalizacji projektowanego obiektu
- ocenę możliwości zastosowania na projektowanym obiekcie rozwiązań geotermii niskopotencjałowej – pomp ciepła.

Oprócz opracowania tekstu niniejszej dokumentacji zostały wykonane następujące załączniki:

- Mapa lokalizacyjna
- Mapa dokumentacyjna w skali 1:2000
- Fragment Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz 515 Kłodawa
- Fragment Mapy Hydrogeologicznej Polski, arkusz 515 Kłodawa
- Fragment Mapy Geologiczno-Gospodarczej Polski, arkusz 515 Kłodawa
- Przekroje geologiczno – inżynierskie w skali 1:500/1:200.
- Karty badań terenowych

- Wyniki badań laboratoryjnych
- - Zestawienie badań laboratoryjnych
- - Raporty z badań laboratoryjnych PIG-PIB
- Przekroje geofizyczne

8 Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich

Model geologiczny podłoża w rejonie projektowanego magazynu rdzeni NAG został opracowany na podstawie danych z badań terenowych i laboratoryjnych, tomografii elektrooporowej ERT oraz opracowań archiwalnych. Model został przedstawiony na przekrojach geologiczno-inżynierskich w załączniku nr 6. Wykonano w sumie 5 przekrojów geologiczno-inżynierskich. Lokalizację przekrojów geologiczno-inżynierskich przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w załączniku nr 5.

Lokalizacja przekrojów geologiczno-inżynierskich poprowadzona zgodnie z przebiegiem przekrojów geofizycznych.

Wartości parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych ustalono korzystając z normy PN-81/B-03020 - metodą B w oparciu o wyniki wierceń i badań laboratoryjnych, w oparciu o parametry wiodące ID (stopień zagęszczenia) i IL (stopień plastyczności).

Wartości parametrów geotechnicznych ustalone z badań polowych i laboratoryjnych podaje tabela 2. Stopień plastyczności gruntów spoistych oznaczono na podstawie badań laboratoryjnych granic konsystencji metodą penetrometru stożkowego. Stopień zagęszczenia piasków przyjęto na podstawie oporów wiercenia (szacunkowo). W celu dokładnego określenia stopnia zagęszczenia osadów piaszczystych konieczne będzie wykonanie sondowań dynamicznych na etapie wykonywania badań geologiczno-inżynierskich na potrzeby projektu budowlanego dla projektowanej inwestycji.

Na omawianym obszarze wyróżniono 4 warstwy geologiczno-inżynierskie. Warstwy geologiczno-inżynierskie wydzielono w oparciu o kryteria genetyczne, litologiczne, stratygraficzne oraz na podstawie wyników badań terenowych i laboratoryjnych.

Warstwa nr 1 – osady zwietrzelinowe

Warstwę tworzą mało wilgotne i wilgotne piaski różnych frakcji, lokalnie zaglinione. Warstwa ma miąższość dochodzącą do 2,0 m. Warstwa występuje pod glebą, o miąższości dochodzącej do 0,5 m. W obrębie piasków tej warstwy występują sączenia. Dolne partie są nawodnione. Warstwa zalega na piaskach wodnolodowcowych warstwy 2 oraz glinach zwałowych zlodowacenia Wisły. Warstwa nie występuje na całej powierzchni analizowanego terenu. Są to grunty nośne. Parametry charakterystyczne warstwy podano w tabeli 2.

Warstwa nr 2 – piaski i żwiry wodnolodowcowe zlodowacenia północnopolskiego

Warstwę tworzą mało wilgotne, wilgotne i nawodnione piaski średnie, żwiry i pospółki. W obrębie tej warstwy przebiega zwierciadło czwartorzędowego, gruntowego poziomu wodonośnego, na głębokości około 1,4 do 1,8 m p.p.t. Miąższość warstwy wynosi od 1,0 do 2,4 m. Maksymalna głębokość zalegania spagu tej warstwy to 4,4 m p.p.t. (w otworze OW26). Osady tej warstwy występują we wschodniej części badanej działki. Miąższość zwiększa się w kierunku wschodnim. Są to grunty nośne. Parametry charakterystyczne warstwy podano w tabeli 2.

Warstwa nr 3 - gliny zwałowe zlodowacenia Wisły

Warstwę tworzą wilgotne i mało wilgotne gliny, gliny piaszczyste i piaski gliniaste w stanie plastycznym i twardoplastycznym, o średnim stopniu plastyczności $I_L = 0,29$. Lokalnie gliny uplastyczniły się od kontaktu z nawodnionymi piaskami wodnolodowcowymi warstwy 2, osiągając stopień plastyczności ok. 0,45. Miąższość tej warstwy wynosi od 0,5 do 2,4 m. Warstwa ta jest lokalnie nieciągła, występuje miejscami obocznie z piaskami wodnolodowcowymi warstwy 2 oraz piaskami zwietrzelinowymi warstwy 1. W obrębie warstwy występują sączenia. Są one związane z izolowanymi przewarstwieniami piaszczystymi o małej miąższości. Są to grunty nośne. Parametry charakterystyczne dla tej warstwy podano w tabeli 2.

Warstwa nr 4 - gliny zwałowe zlodowacenia Warty

Warstwę tworzą mało wilgotne, półzwarte gliny i gliny zwięzłe. Średni stopień plastyczności wynosi $I_L = 0,01$. Gliny zwałowe tej warstwy nie zostały przewiercone do głębokości rozpoznania, tj. do głębokości 16,0 m p.p.t. Strop warstwy występuje na rzędnej około 119,0 – 120,0 m n.p.m. Lokalnie możliwe są obniżenia do rzędnej 116,0 m n.p.m. wypełnione piaskami wodnolodowcowymi warstwy 2. W obrębie tej warstwy występują przewarstwienia piaszczyste, zawierające wodę pod ciśnieniem, zwierciadło napięte stabilizuje się na głębokości około 3,3 – 3,6 m p.p.t. Są to grunty nośne. Parametry charakterystyczne dla tej warstwy podano w tabeli 2.

Tabela X. Wartości charakterystyczne parametrów fizyczno-mechanicznych wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich.

Geneza	Warstwa geologiczno-inżynierska	Liczba próbek	Wyniki badań laboratoryjnych						Parametry całkowite (wg PN-81/B-03020)	
			Litologia	gęstość objętościowa ρ [Mg/m ³]	wilgotność naturalna w_n [%]	stopień plastyczności I_L [-]	współczynnik plastyczności I_p [-]	stopień zagęszczenia I_o [-]	kąt tarcia wewnętrznego φ [°]	spójność c [kPa]
osady zwięzłelinowe	1	6	Pd, Ps, Pzag	1,85	9,88 5,6-14,9	-	-	0,4	32,5	-
osady wodnolodowcowe zlodowacenia północnopolskiego	2	4	Ps+Ż, Ps+Ż+KO, Po, Pog	1,90	13,46 11,8-15,5	-	-	0,5	38,5	-
gliny zwałowe zlodowacenia Wisły	3	8	Pg, Gp, G, Gp	2,10	15,06 11,8-18,1	0,29	10,51	-	20	35
gliny zwałowe zlodowacenia Warty	4	5	G, Gzw	2,20	10,68 9,3-12,3	0,01	15,61	-	22	40

9 Ocena przydatności terenu dla lokalizacji projektowanego obiektu

Warunki geologiczno-inżynierskie scharakteryzowane w rozdziale 8 należy uznać za dobre. Budowa geologiczna jest prosta, warunki wodne są korzystne. W podłożu na terenie projektowanej działki nie występują grunty organiczne ani nasypy niekontrolowane. Woda gruntowa występuje na głębokości 1,4 do 1,8 m p.p.t. Należy założyć, że poziom zwierciadła wody gruntowej może podlegać wahaniom i w skrajnych przypadkach może dochodzić nawet do powierzchni terenu (w przypadku ekstremalnych i długotrwałych opadów). Osady piaszczyste warstw geologiczno-inżynierskich warstw 1 i 2 mogą wymagać dogęszczenia na etapie posadawiania obiektu. Należy wykonać w ramach dalszego geologiczno-inżynierskiego rozpoznania terenu sondowania dynamiczne w celu określenia stopnia zagęszczenia osadów piaszczystych.

Wg Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych warunki gruntowo-wodne występujące w przypadku warstw gruntów jednorodnych genetycznie i litologicznie, zalegających poziomo, nie obejmujących mineralnych gruntów słabonośnych, gruntów organicznych i nasypów niekontrolowanych, przy zwierciadle wody poniżej projektowanego poziomu posadowienia oraz braku występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych należy uznać za proste. Zatem przy obiekcie jakim jest projektowany magazyn rdzeni NAG, który wymagać będzie szczegółowej oceny jakościowej i ilościowej danych geotechnicznych proponuje się dla obiektu II kategorię geotechniczną w prostych warunkach złożoności podłoża. Należy zauważyć, że ostateczną kategorię geotechniczną obiektu ustala Projektant.

W istniejących warunkach gruntowo-wodnych możliwe jest posadowienie bezpośrednie obiektu. Praktycznie cały teren analizowanej działki jest odpowiedni dla lokalizacji projektowanej inwestycji.

Jedynie teren dawnego wyrobiska piasku i żwiru w centralnej części działki wymagać będzie oczyszczenia i wypełnienia gruntami niespoistymi o odpowiednim zagęszczeniu w zależności od konstrukcji hali NAG.

Na dalszym etapie realizacji inwestycji, na etapie projektu budowlanego należy wykonać badania geologiczno-inżynierskiej w szczegółowym zakresie, w dokładnym miejscu lokalizacji magazynu rdzeni NAG. Zakres i rodzaj badań powinien być dobrany do założonych rozwiązań konstrukcyjnych posadowienia obiektu. W związku z tym, że hala/magazyn rdzeni będzie przeznaczona pod wysokie składowanie należy się spodziewać dużych, skupionych obciążeń oddziaływujących na posadzkę i podłoże gruntowe. Projektując dalsze badania należy uwzględnić dodatkowo konieczność wykonania badań modułów odkształcenia warstw podłoża gruntowego bezpośrednio współpracujących z posadzką projektowanej hali NAG płytą statyczną VSS. Badania VSS powinny być uzupełnione stosownym zakresem badań laboratoryjnych (m.in. badaniami edometrycznymi).

10 Ocena możliwości zastosowania na projektowanym obiekcie pomp ciepła.

W ramach niniejszego opracowania przeprowadzono ocenę możliwości zastosowania na projektowanym obiekcie pomp ciepła do ogrzewania i chłodzenia obiektów. W ocenie szacunkowej oparto się na założeniach z rozdziału 3 – charakterystyki inwestycji.

Pompy ciepła stają się coraz popularniejszym źródłem energii odnawialnej wykorzystywanej do ogrzewania i chłodzenia budowli (tzw. „renewable heating and cooling”).

Technologia pomp ciepła jest znana od ponad 50 lat i w ostatnich latach daje się w naszym kraju zauważyć intensywny wzrost zainteresowania tą technologią. Wynika to w znacznej mierze z konieczności spełnienia przez Polskę, jako członka Unii Europejskiej, wymogów dyrektywy UE 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie stosowania energii ze źródeł odnawialnych (OZE). Zalecane jest również przeanalizowanie w przypadku nowych budynków o powierzchni użytkowej powyżej 1000 m² możliwości technicznych, środowiskowych i ekonomicznych zastosowania alternatywnych systemów zaopatrzenia w energię, obejmujących m.in. pompy ciepła (Rubik, 2006).

Podjęto próbę oszacowania ilości koniecznych do wykonania odwiertów pod sondy pionowe (dolne źródło ciepła pompy) oraz szacunkowe zapotrzebowanie projektowanej inwestycji na moc grzewczą w zakresie pomp ciepła, co pozwoliło z kolei na wstępne oszacowanie kosztów niezbędnych urządzeń.

Na podstawie profili geologicznych archiwalnych otworów wiertniczych oraz map i przekroju geologicznego (SMGP, arkusz Kłodawa, 515), **ogólny, uproszczony, schemat budowy geologicznej** i warunków hydrogeologicznych dla analizowanej działki można przedstawić następująco:

0,0 – 18,0 m	gliny zwałowe zlodowacenia Warty – Q, (plejstocen)
18,0 – 26,0 m	gliny zwałowe zlodowacenia Odry – Q (plejstocen)
26,0 – 30,0 m	piaski i mułki zastoiskowe zlodowacenia Odry – Q (plejstocen)

30,0 – 38,0 m	piaski rzeczne, interglacialne – Q (plejstocen)
38,0 – 80,0 m	iłypstre – Tr, (Neogen, Pliocen)
80,0 – 120,0 m	piaski i żwiry zbiorników śródlądowych Tr, (Neogen, Miocen)

Zakłada się wykonanie wierceń do głębokości 100 m p.p.t.

Obliczenia wymaganej długości pionowych sond gruntowych do pozyskania ciepła Ziemi dokonano na podstawie przewidywanego profilu geologicznego projektowanych otworów wiertniczych oraz wielkości parametrów stosowanych do wymiarowania sond pionowych przyjętych z poradnika metodycznego dr inż. Mariana Rubika „Pompy ciepła” (Rubik, 2006).

Zapotrzebowanie budynku na moc grzewczą w zakresie pomp ciepła, założone na podstawie wstępnych informacji o inwestycji, zgodnie z rozdziałem 3 niniejszego opracowania, będzie wynosić

1. $Q_g = 40,0 \text{ kW}$ (budynek profilatorni rdzeni).

2. $Q_g = 166,0 \text{ kW}$ (budynek magazynu rdzeni NAG).

Przy szacowaniu przyjęto powierzchnię profilatorni rdzeni na 1000 m^2 , a powierzchnię hali magazynowej na 7500 m^2 .

Możliwą do pobrania jednostkową moc cieplną $q_1 \text{ (W/m)}$ dla przewidywanego profilu geologicznego projektowanych otworów wiertniczych przedstawiono w tab. 2.

Tab. 2. Moc cieplna przewidywanego profilu geologicznego (na podst. Rubik, 2006)

Wykształcenie litologiczne skał wg przewidywanego profilu geologicznego	Głębokość zalegania [m p.p.t.]	Miaższość [m]	Pobierana jednostkowa moc cieplna q_1 [W/m]
gliny zwałowe zlodowacenia Warty	0,0 – 18,0	18	35
gliny zwałowe zlodowacenia Odry	18,0 – 26,0	8	30
piaski i mułki zastoiskowe zlodowacenia Odry	26,0 – 30,0	4	30
piaski rzeczne, interglacialne	30,0 – 38,0	8	60
iłypstre	38,0 – 80,0	42	30
piaski i żwiry zbiorników śródlądowych	80,0 – 100,0	20	55

Średnia ważona jednostkowej mocy cieplnej:

$$q_1 = \frac{(18,0 \text{ m} \cdot 35 \text{ W/m}) + (8,0 \cdot 30 \text{ W/m}) + (4 \cdot 30 \text{ W/m}) + (8 \cdot 60 \text{ W/m}) + (42 \cdot 30 \text{ W/m}) + (20 \cdot 55 \text{ W/m})}{100}$$

$$q_1 = \frac{630 + 240 + 120 + 480 + 1260 + 1100}{100} = 38,3 \text{ W/m}$$

Stąd wymagana minimalna długość kolektora gruntowego pionowych sond ziemnych:

$$L = \frac{Q_0}{q_1} = \frac{40 \cdot 10^3 \text{ W}}{38,3 \text{ W/m}} = 1044,38 \text{ m} \text{ (dla budynku profilatorni rdzeni), przyjęto } 1100 \text{ mb., co daje}$$

11 odwiertów o głębokości 100 mb.

$$L = \frac{Q_0}{q_1} = \frac{166 \cdot 10^3 W}{38,3 W/m} = 4334,20 m \text{ (dla budynku magazynu rdzeni NAG), przyjęto 4500 mb.,}$$

co daje 45 odwiertów o głębokości 100 mb.

Przy założeniu kosztu wykonania wiercenia sond pionowych wraz z kosztami instalacji studzienek rozdzielczych, prac ziemnych i podłączenia instalacji do budynku na poziomie 100 zł/mb, koszt wykonania dolnego źródła ciepła dla pomp będzie wynosił

- dla budynku profilatorni rdzeni: 110 000 PLN
- dla hali magazynu rdzeni: 450 000 PLN

Należy zwrócić uwagę na możliwość wykonania wierceń pod sondy pionowe za pomocą wiertnicy PIG-PIB, która posiada wystarczające możliwości techniczne do wykonania takiego zadania.

Do kosztów dolnego źródła należy doliczyć również koszt samej pompy ciepła (rewersyjnej, tj. grzejącej i chłodzącej), pracującej w systemie solanka(glikol)/woda. Koszt pompy ciepła (jako urządzenia) wynosi szacunkowo:

- dla budynku profilatorni rdzeni: ok. 50 000 PLN
- dla hali magazynu rdzeni: ok. 300 000 PLN

Sumaryczny, szacowany koszt rozwiązania systemu grzewczo-chłodzącego za pomocą pomp ciepła byłby następujący:

- dla budynku profilatorni rdzeni: ok. 160 000 PLN netto
- dla hali magazynu rdzeni: ok. 750 000 PLN netto

Rozważając zastosowanie geotermii niskiej entalpii w postaci ogrzewania i chłodzenia projektowanego obiektu za pomocą pomp ciepła należy na etapie koncepcji projektowanego obiektu rozważyć również wykorzystanie takich rozwiązań związanych z pompami ciepła, jak „free cooling”, rekuperacja czy kogeneracja.

„Free cooling” polega na wykorzystaniu dolnego źródła pompy ciepła, czyli odwiertów pionowych do chłodzenia budynku. W takim rozwiązaniu roztwór glikolu krąży w obiegu dolnego źródła przepływając jedynie przez klimakonwektor. Koszt chłodzenia w takim układzie jest jedynie kosztem energii elektrycznej pobranej przez pompę obiegową wymuszającą obieg glikolu w dolnym źródle.

Rekuperacja to odzysk ciepła z systemu wentylacji mechanicznej. Kogeneracja zaś jest wykorzystaniem w układzie sprzężonym kilku źródeł energii odnawialnej (np. zasilanie pompy ciepła prądem generowanym przez małą turbinę wiatrową bądź przez ogniwa fotowoltaiczne).

Należy na etapie sporządzania studium wykonalności inwestycji przeanalizować możliwości zastosowania odnawialnego źródła energii w postaci pomp ciepła i zestawić to rozwiązanie z rozwiązaniami opartymi o nieodnawialne źródła energii (gaz, olej opałowy, prąd, węgiel) w celu wyboru optymalnego ekonomicznie i środowiskowo rozwiązania.

11 Wnioski.

1. Zakres prac wykonanych w ramach opracowania obejmował Ogółem wykonano **27 wierceń** o łącznym metrażu **239,6 mb**, o głębokości od 1,6 do 16,0 m. Lokalizację wykonanych wierceń badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w załączniku nr 5. Karty otworów badawczych i przekroje geologiczno-inżynierskie zostały przedstawione w załącznikach nr 6 i 7.
Podczas wykonywania wierceń pobrano 80 próbek gruntów klasy 3 i 4 (NU i NW). Próbki poddano badaniom laboratoryjnym, obejmującym badanie uziarnienia (analiza sitowa, analiza areometryczna), badania wilgotności naturalnej, badania konsystencji. Wyniki badań laboratoryjnych zawiera załącznik nr 8.
Wykonano również badania geofizyczne metodą tomografii elektrooporowej. Profilowanie geofizyczne wykonano wzdłuż 5 profili o łącznej długości około 4 km. Głębokość rozpoznania to 20-30 m p.p.t. Wyniki badań geofizycznych zawiera załącznik nr 9.
2. Na omawianym obszarze wyróżniono 4 warstwy geologiczno-inżynierskie. Są to
Warstwa nr 1 – osady zwiertelinowe
Warstwa nr 2 – piaski i żwiry wodnolodowcowe zlodowacenia północnopolskiego
Warstwa nr 3 - gliny zwałowe zlodowacenia Wisły
Warstwa nr 4 - gliny zwałowe zlodowacenia Warty
Wartości parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych ustalono korzystając z normy PN-81/B-03020 - metodą B w oparciu o wyniki wierceń i badań laboratoryjnych, w oparciu o parametry wiodące ID (stopień zagęszczenia) i IL (stopień plastyczności).
Wartości parametrów geotechnicznych ustalone z badań polowych i laboratoryjnych podaje tabela 2 w rozdziale 8.
Wz
3. Woda gruntowa występuje na głębokości 1,4 do 1,8 m p.p.t. Należy założyć, że poziom zwierciadła wody gruntowej może podlegać wahaniom i w skrajnych przypadkach może dochodzić nawet do powierzchni terenu (w przypadku ekstremalnych i długotrwałych opadów).
4. Warunki geologiczno-inżynierskie Warunki geologiczno-inżynierskie scharakteryzowane w rozdziale 8 należy uznać za dobre. Budowa geologiczna jest prosta, warunki wodne są korzystne. Osady piaszczyste warstw geologiczno-inżynierskich warstw 1 i 2 mogą wymagać dogęszczenia na etapie posadawiania obiektu.
5. Kategoria geotechniczna proponuje się dla obiektu **II kategorię geotechniczną w prostych warunkach złożoności podłoża**. Należy zauważyć, że ostateczną kategorię geotechniczną obiektu ustala Projektant.
6. W istniejących warunkach gruntowo-wodnych możliwe jest posadowienie bezpośrednie obiektu. Praktycznie cały teren analizowanej działki jest odpowiedni dla lokalizacji

projektowanej inwestycji. Jedynie teren dawnego wyrobiska piasku i żwiru w centralnej części działki wymagać będzie oczyszczenia i wypełnienia gruntami niespoistymi o odpowiednim zagęszczeniu w zależności od konstrukcji hali NAG.

7. Na dalszym etapie realizacji inwestycji, na etapie projektu budowlanego należy wykonać badania geologiczno-inżynierskiej w szczegółowym zakresie, w dokładnym miejscu lokalizacji magazynu rdzeni NAG.
8. Zakres i rodzaj badań powinien być dobrany do założonych rozwiązań konstrukcyjnych posadowienia obiektu. W związku z tym, że hala/magazyn rdzeni będzie przeznaczona pod wysokie składowanie należy się spodziewać dużych, skupionych obciążeń oddziałujących na posadzkę i podłoże gruntowe. Projektując dalsze badania należy uwzględnić dodatkowo konieczność wykonania badań modułów odkształcenia warstw podłoża gruntowego bezpośrednio współpracujących z posadzką projektowanej hali NAG płytą statyczną VSS. Badania VSS powinny być uzupełnione stosownym zakresem badań laboratoryjnych (m.in. badaniami edometrycznymi)
9. W ramach opracowania przeanalizowano możliwość zastosowania w projektowanej inwestycji odnawialnego źródła energii – geotermii niskopotencjałowej w postaci pomp ciepła. Ocenę zawiera rozdział 10 opracowania.
10. Zapotrzebowanie budynku na moc grzewczą w zakresie pomp ciepła, założone na podstawie wstępnych informacji o inwestycji, zgodnie z rozdziałem 3 niniejszego opracowania, będzie wynosić. Poniższe wartości przyjęto do oszacowania głębokości i ilości sond pionowych (dolnego źródła ciepła pompy).

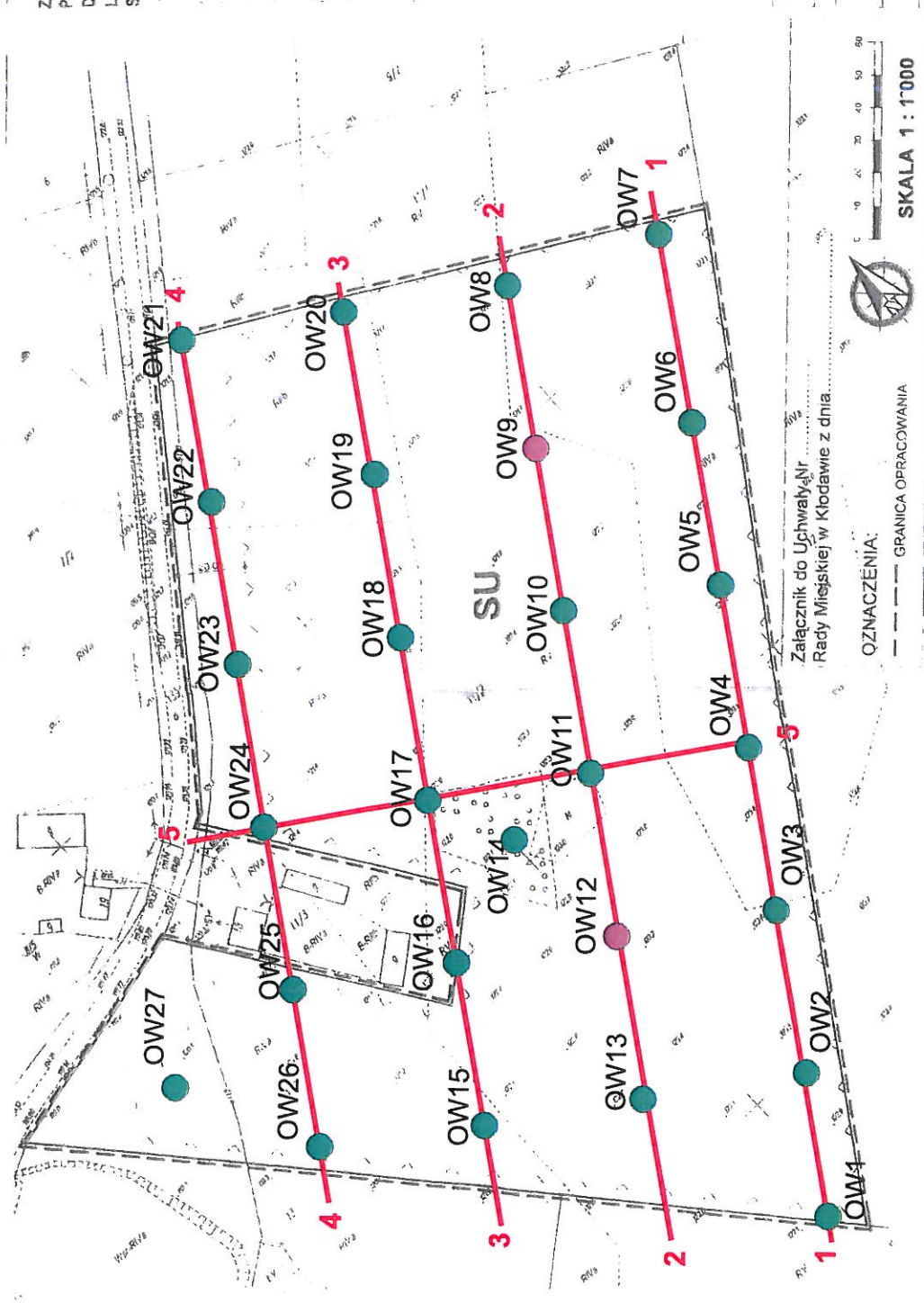
$Q_g = 40,0$ kW (budynek profilatorni rdzeni).

$Q_g = 166,0$ kW (budynek magazynu rdzeni NAG).

Na tej podstawie oszacowano minimalną długość kolektora gruntowego pionowych sond ziemnych na 11 odwiertów o głębokości 100 mb dla budynku profilatorni oraz 45 odwiertów o głębokości 100 mb dla hali magazynowej NAG.



Projekt badań rozpoznawczych - Magazyn Rdzeni NAG w Leszczach



Objaśnienia:

● - otwór badawczy, gł. 10 m p.p.t.

● - otwór badawczy, gł. 30 m p.p.t.

1 — 1 - przekrój geofizyczny ERT

