



Inwestor:

Krakowski Holding Komunalny S.A.
ul. Jana Brożka 3, 30-347 Kraków



Zlecniodawca:

BIPROWUMET Sp. z o.o.
ul. Krowoderskich Zuchów 2, 31-272 Kraków



Wykonawca:

PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE S.A.
30-079 Kraków, al. Kijowska 16a

**OPINIA GEOTECHNICZNA
I DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO**
pod budowę Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów
przy ulicy Giedroycia w Krakowie

Miejscowość: **Kraków**
Gmina: **Kraków**
Powiat: **krakowski-grodzki**
Województwo: **małopolskie**

Opracowali:

.....
Zbigniew Jaskólski
upr. nr 070965

.....
mgr inż. Jarosław Kos
nr upr. geol. MŚ VI-0402, V-1614

.....
mgr inż. Lidia Bartosz

.....
mgr inż. Marta Bakaj

Kraków, kwiecień 2013

SPIS TREŚCI

1. Informacje ogólne	4
2. Położenie i zagospodarowanie terenu	5
3. Morfologia i hydrografia.....	6
4. Opis wykonanych prac	6
4.1. <i>Prace geodezyjne</i>	6
4.2. <i>Wiercenia</i>	6
4.3. <i>Sondowania dynamiczne</i>	7
4.4. <i>Sondowania statyczne</i>	7
4.5. <i>Badania laboratoryjne</i>	8
5. Budowa geologiczna.....	9
6. Warunki hydrogeologiczne	10
7. Model geologiczny z określeniem wyprowadzonych danych geotechnicznych ...	13
8. Charakterystyka agresywności wody w stosunku do materiałów konstrukcyjnych.....	19
9. Wnioski i zalecenia.....	20
10. Spis literatury i materiałów pomocniczych	23

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

1. Mapa topograficzna w skali 1: 10 000
2. Mapa dokumentacyjna w skali 1: 1000
- 3.1-3.28. Profile geotechniczne w skali 1 : 100, 1 : 150
- 4.1-4.10. Wyniki sondowań sondą DPH, skala 1: 100
- 5.1.-5.6. Wyniki sondowań sondą CPT, skala 1: 100
6. Objaśnienia dla przekrojów geotechnicznych
- 7.1-7.12 Przekroje geotechniczne w skali 1: 500/200
8. Zestawienie badań laboratoryjnych gruntów
9. Wyniki badań laboratoryjnych i agresywności wody w stosunku do betonu i stali
10. Zestawienie parametrów charakterystycznych dla wydzielonych warstw geotechnicznych

1. Informacje ogólne

Dla terenu badań została wykonana Opinia Geotechniczna wraz z Dokumentacją badań podłoża gruntowego pod budowę Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów przy ulicy Giedroycia w Krakowie.

Na terenie o powierzchni 5,67 ha projektuje się budowę Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów. Zakład będzie posiadał dwie niezależne linie termicznego przekształcania odpadów. Każda z linii będzie umożliwiała niezależną pracę ciągłą przez 24 godziny na dobę. Zakładana roczna ilość przekształcanych odpadów wynosić będzie 220 000 Mg. Celem niniejszego opracowania jest rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych pod projektowane obiekty IMOS.

Do rozpoznania w/w warunków posłużyły:

- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 kwietnia 2012 r. (Dz. U. z 2012 roku poz. 463) w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych;
- Dokumentacja geologiczno-inżynierska pod budowę Instalacji Mokrego Odsiarczania Spalin w EDF Kraków przy ulicy Ciepłowniczej 1 w Krakowie;
- „Geografia Fizyczna Polski” – J. Kondracki;
- „Zarys geotechniki” – Z. Wiłun;
- „Hydrogeologia Ogólna” – Z. Pazdro;
- Materiały archiwalne;
- Literatura;
- Wizja terenu;
- Kartowanie terenu badań;
- Wykonane prace.

Wyniki wykonanych prac oraz zebrane informacje podczas ich wykonywania przedstawiono w przedmiotowej opinii i dokumentacji.

2. Położenie i zagospodarowanie terenu

Obszar wykonanych robót geotechnicznych zlokalizowany jest na terenie miasta Krakowa w dzielnicy XVIII Nowa Huta przy ulicy Giedroycia, w odległości około 10 km w kierunku wschodnim od centrum miasta. Pod względem ewidencyjnym obszar wykonanych robót geotechnicznych znajduje się na działkach 64/32, 64/41 i 64/42, których właścicielem jest Gmina Miejska Kraków.

Teren badań zajmują obecnie nieużytki porośnięte trawą, krzakami i drzewami. Według Studium Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa obszar przeznaczony pod lokalizację inwestycji został zaklasyfikowany jako tereny urządzeń infrastruktury technicznej. Tereny te są przeznaczone na posadowienie na nich obiektów i urządzeń mających na celu zaopatrzenie w wodę, odprowadzenie i oczyszczenie ścieków oraz gospodarkę odpadami.

W bliskim sąsiedztwie projektowanej inwestycji znajduje się:

- *od północy* - teren huty ArcelorMittal, w obrębie której posadowiona jest oczyszczalnia ścieków oraz ujęcie wody przemysłowej. Przebiega również ulica Giedroycia, za którą zlokalizowana jest stacja transformatorowa wysokiego napięcia (GPZ Wanda), biegnąca do ulicy Igołomskiej,
- *od wschodu* - głównie tereny nieużytkowane. W odległości około 400 m, biegnie kanał za pomocą którego do huty ArcelorMittal doprowadzana jest woda z Wisły. Za kanałem znajduje się obszar Oczyszczalni Ścieków Kujawy oraz Zakłady Sanitarne w Krakowie Sp. z o.o.
- *od południa* - składowisko żużli i popiołów elektrowni Kraków otoczone skarpami. W odległości około 500 m od terenu badań, biegnie koryto rzeki Wisły.
- *od zachodu* - obszar niezabudowany, przez który ma przebiegać odcinek projektowanej drogi krajowej S7. Pomiędzy trasą, a rzeką Dłubnią, w odległości około 500 m, zlokalizowane jest niewielkie osiedle domków jednorodzinnych i linia wysokiego napięcia.

Omawiany obszar nie posiada ogrodzenia. W jego części północno-zachodniej i zachodniej znajdują się napowietrzne sieci elektryczne oraz oświetlenie ulicy Giedroycia.

Ogólną lokalizację terenu wykonanych robót geotechnicznych przedstawiono na mapie w skali 1: 10 000 w załączniku 1, a szczegółową - na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 1 000, zamieszczonej w załączniku 2.

3. Morfologia i hydrografia

Według regionalizacji fizyczno-geograficznej Kondrackiego, teren wykonanych robót geotechnicznych zaliczany jest do makroregionu Kotliny Sandomierskiej (512.4-5) w obrębie której rozróżnia się mezoregion - Nizina Nadwiślańska (512.41).

Miejsce to znajduje się w obrębie holoceniowej równiny zalewowej, na lewym brzegu rzeki Wisły, a dokładniej między doliną rzeki Dłubni, a sztucznym kanałem doprowadzającym wodę do Huty Arcelor Mittal.

Powierzchnia badanego terenu, pod względem morfologicznym jest bardzo mało urozmaicona. Rzędne terenu wykonanych wierceń i sondowań wahają się od 196,15 do 197,48 m n.p.m.

4. Opis wykonanych prac

4.1. Prace geodezyjne

Prace geodezyjne obejmowały wytyczenie i zaniwelowanie w terenie otworów, zgodnie z ich lokalizacją przedstawioną na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 1 000 w załączniku 2.

Rzędne wyznaczono metodą bezpośrednich pomiarów geodezyjnych w terenie, w nawiązaniu do układu państwowego i w oparciu o mapę sytuacyjno-wysokościową.

4.2. Wiercenia

Roboty geotechniczne prowadzone były w marcu 2013 roku. Wykonano 28 otworów geotechnicznych do maksymalnej głębokości 25,0 m oznaczonych numerami od 1 do 28.

Otwory geotechniczne, oznaczone w niniejszym opracowaniu numerami 1-6, 18 i 21-28 odwiercono do głębokości 15 m p.p.t., natomiast otwory oznaczone numerami

7-17 i 19-20 – do głębokości 25 m p.p.t. Łączny metraż otworów geotechnicznych wyniósł więc 540 mb.

Wiercenia wykonywane były mechanicznie obrotowo, świdrami o średnicy $\varnothing 110$ i $\varnothing 63$ mm. W utworach sypkich użyto rur okładzinowych o średnicy $\varnothing 96$ mm.

Po sprofilowaniu i pobraniu prób, otwory zlikwidowano zasypując urobkiem ubijanym warstwowo, z zachowaniem następstwa litologicznego i stratygraficznego przewierconych warstw.

Wyniki wiercenia – karty otworów badawczych przedstawiono w załącznikach 3.1-3.28. Lokalizację otworów wiertniczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 1 000, stanowiącej załącznik 2.

4.3. Sondowania dynamiczne

W podłożu projektowanego Zakładu Mokrego Odsiarczania Spalin, występuje znaczna ilość gruntów sypkich, w postaci piasków drobnych, średnich i grubych, piasków ze żwirem oraz żwiru i żwiru z piaskiem. W celu oznaczenia stopnia zagęszczenia tych gruntów „in situ”, wykonano 10 sondowań sondą DPH do głębokości 10,3-10,4 m p.p.t. Sondowania oznaczono w niniejszym opracowaniu symbolami od DPH_1 do DPH_10.

Sondowania dynamiczne wykonane zostały zgodnie z Eurokodem 7 Projektowanie geotechniczne, Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

Karty badań wykonanych sondowań dynamicznych znajdują się na załącznikach nr 4.1 – 4.10, a ich lokalizacja została przedstawiona na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 1000 stanowiącej załącznik 2.

4.4. Sondowania statyczne

W celu oznaczenia parametrów wytrzymałościowych wszystkich gruntów w terenie (zarówno gruntów sypkich jak i spoistych), przeprowadzono 6 sondowań sondą statyczną wciskaną CPT (Cone Penetration Test). Sondowania te wykonano do głębokości 13,8-14,4 m p.p.t. i oznaczono symbolami CPT_1-CPT_6.

Badania CPT wykonano przy zastosowaniu stożka Begemann’a. Podczas zagłębiania stożka dokonano pomiaru:

- oporu na stożku q_c [Mpa],

- oporu tarcia gruntu o powierzchnię boczną tulei tarciowej f_s [MPa]
- współczynnika tarcia R_f [%].

Wymiary stożka, jak i przebieg badań są zgodne ze standardami międzynarodowymi (np. Swedish Standard, Dutch Standard, ISSMFE).

Odległość punktów badanych sondą statyczną od miejsc, gdzie przeprowadzono wcześniej wiercenia dobierano tak, aby zapewnić brak wpływu wiercenia mechanicznego na wyniki sondowania.

Wyniki przeprowadzonych badań - przedstawiono w postaci kart badań sondą dynamiczną - w załącznikach 5.1-5.6, a ich lokalizacja została przedstawiona na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 1000, stanowiącej załącznik 2.

4.5. Badania laboratoryjne

Pobrane podczas wierceń próbki zostały przekazane do Laboratorium Mechaniki Gruntów Przedsiębiorstwa Geologicznego S.A., gdzie wykonano badania makroskopowe. Następnie, w celu oznaczenia własności fizyko-mechanicznych gruntów, z każdej zmieniającej się litologicznie warstwy wytypowano reprezentacyjne próbki do badań laboratoryjnych. Badania te przeprowadzono zgodnie z Eurokodem 7 Projektowanie geotechniczne, Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

Do wykonanych badań laboratoryjnych należały oznaczenia podstawowych cech fizycznych gruntów, takie jak: analiza granulometryczna, wilgotność naturalna, gęstość objętościowa, granice konsystencji, zawartość części organicznych oraz oznaczenia cech wytrzymałościowych, w tym: kąta tarcia wewnętrznego i kohezji w aparacie trójosiowego ściskania, edometrycznego modułu ścisłości pierwotnej i wtórnej, pęcznienia i rozmakania.

Badania przeprowadzono na 38 próbkach, z czego 32 reprezentowało grunty spoiste, a 6 – grunty sypkie. Dla gruntów spoistych, wykonano oznaczenia wszystkich wyżej wymienionych parametrów, a dla gruntów sypkich, badania ograniczono do wilgotności naturalnej, analizy granulometrycznej i gęstości objętościowej.

Tabelaryczne zestawienie wyników badań laboratoryjnych dla poszczególnych próbek gruntu zamieszczono w załączniku 8, a wykresy uziarnienia – w załączniku 9.

5. Budowa geologiczna

Ogólne informacje o budowie geologicznej podłoża zaczerpnięto z map geologicznych, hydrogeologicznych i geologiczno-gospodarczych tego rejonu, ich objaśnień oraz opracowań archiwalnych. Szczegółowe informacje pochodzą natomiast z wierceń geotechnicznych, badań laboratoryjnych oraz obserwacji terenu.

Pod względem geologicznym, obszar Krakowa znajduje się na pograniczu monokliny śląsko-krakowskiej, niecki miechowskiej i zapadliska przedkarpackiego. Jest to rejon silnie zaburzony tektonicznie, głównie tektoniką neogeńską. Można tu wydzielić kilka większych jednostek geologiczno-strukturalno-tektonicznych, takich jak: płyta ojcowska, rów krzeszowski, zrąb pasma tenczyńskiego, zapadlisko cholerzyńskie i zrąb Sowińca (Rutkowski, 1993).

Dokumentowany obszar zlokalizowany jest w obrębie zapadliska przedkarpackiego, wypełnionego utworami miocenu, głównie autochtonicznego. Na osady miocenne od południa nasunięte zostały utwory fliszowe Karpat zewnętrznych oraz sfałdowana miocenna seria allochtoniczna. Podłoże miocenu budują wapienie górnej jury. Cała powierzchnia obszaru badań pokryta jest przez utwory czwartorzędowe, wypełniające pradolinę Wisły i tworzące szereg tarasów zalewowych. Są to zazwyczaj osady piaszczysto-żwirowe pochodzenia rzeczno-fluwio-glacialnego.

Miocen

Na analizowanym terenie, miocen wykształcony jest w postaci osadów zastoiskowych - **warstw chodenickich**. Warstwy te, to ility i ility z pyłem, przewarstwione niekiedy pyłem, pyłem z piaskiem i piaskiem z pyłem. Miejscami znajdują się w nich również cienkie wkładki słabo zwięzłego, rozsypliwego piaskowca. Są to utwory o barwie szarej i ciemnopopielatej. Ich maksymalna nawiercona miąższość to - 16,9 m (otwór nr 13). Strop tych utworów, bezpośrednio na terenie badań, występuje na głębokości od 7,8 do 10,8 m p.p.t., czyli na rzędnych 186,34-188,90 m n.p.m. Spąg nie został natomiast przewiercony.

Czwartorzęd

Powyżej warstw chodenickich zalegają czwartorzędowe osady rzeczne i wodnolodowcowe, które można podzielić na kilka zasadniczych warstw. Pierwszą

z nich są osady wodnolodowcowe wykształcone w postaci żwirów, żwirów z piaskiem, piasków ze żwirem oraz piasków drobnych, średnich i grubych o barwie szarej oraz żółto-szarej. Uległy one zakumulowaniu prawdopodobnie w okresie zlodowacenia północnopolskiego. Część tej serii może należeć również do osadów rzeki Wisły. Strop utworów tego typu występuje na głębokości od 1,6 m p.p.t. w otworze 19 do 6,3 m p.p.t. w otworze 28, a ich miąższość wynosi od 2,4 m w otworze 28 do 7,9 m w otworze 1.

Na osadach wodnolodowcowych, miejscami zalegają rzeczne osady organiczne, niewielkiej miąższości (od 0,2 m w okolicach otworu 27 do 3,3 m w rejonie otworu 17). Są to grunty o barwie brązowej, brązowo-szarej, ciemnobrązowo-popielatej, brunatnej, brunatno-popielatej, brunatno-czarnej, czarnej, ciemnopopielatej, szarej i szaro-czarnej, o zawartości części organicznych w granicach 6,2-14,7%. Utwory te są w stanie plastycznym i miękkoplastycznym. Miejscami, pomiędzy gruntami organicznymi, a piaszczysto-żwirowymi, znajduje się cienka (o miąższości od 0,6 do 0,9 m) warstwa łu z pyłem i piaskiem.

Nad osadami organicznymi występują pyły z łem, pyły z łem i piaskiem, ły z pyłem i ły z pyłem i piaskiem. Utwory te mają barwy: od brązowej, przez brązowo-szarą po szarą i są w stanie od twardoplastycznego po miękkoplastyczny. Utwory te zostały nawiercone w niemal wszystkich otworach z wyjątkiem otworu nr 17 i miejscami (szczególnie w centralnej, północnej i zachodniej części badanego terenu) zalegają aż do powierzchni terenu. Maksymalna miąższość tych utworów wynosi 3,7 m p.p.t. (otwór nr. 28).

Bezpośrednio przy powierzchni terenu, w otworach o numerach 1-3, 9, 10, 17-28 zalega grunt sztuczny będący mieszaniną łu, łu z piaskiem, łu z pyłem i piaskiem, pyłu z łem i piaskiem, piasku z łem i piasku drobnego. Grunt ten ma barwę brązową, brunatną, brunatno-czarną, żółtą, brązowo-żółtą i stalowo-czarną, a jego miąższość wynosi od 0,3 do 1,8 m.

6. Warunki hydrogeologiczne

Omawiany teren leży na obszarze zlewni doliny rzeki Wisły. Woda gruntowa występuje tu w piaszczysto-żwirowych utworach czwartorzędowych i charakteryzuje się zwierciadłem ciągłym, lekko naporowym. Dodatkowo, okresowo występują również

sączenia w spoistych utworach czwartorzędowych. Ogólny spływ wody odbywa się na południowy-zachód, w stronę Wisły, która ma charakter drenujący. W tym kierunku maleją też rzędne występowania zwierciadła wody gruntowej.

Zasilanie wód odbywa się na drodze infiltracji wód opadowych i roztopowych. Okresowo (podczas suszy, wzmożonych opadów atmosferycznych, wiosennych roztopów, wezbrań i stanów powodziowych) poziom wód ulega więc znacznym wahaniom. Głębokość występowania zwierciadła wody gruntowej jest bardzo zmienna i silnie uzależniona od poziomu wód rzeki Wisły.

W trakcie wierceń, na badanym terenie woda gruntowa występowała na głębokości od 1,6 do 6,3 metra p.p.t., a stabilizowała się na głębokości od 0,2 do 1,4 metra p.p.t. Dodatkowo, miejscami, w obrębie gruntów sztucznych, organicznych oraz lessopodobnych, stwierdzono występowanie wody wsiąkowej w postaci sączeń. W okresie wzmożonych opadów i wiosennych roztopów, ilość i intensywność sączeń, w obrębie tych utworów, może znacznie wzrosnąć.

Na południe od terenu badań znajduje się czwartorzędowy Główny Zbiornik Wód Podziemnych (GZWP 450) Dolina rzeki Wisły. Jest to zbiornik o porowym charakterze ośrodka zlokalizowany w holocenijskich utworach piaszczystych i piaszczysto-żwirowych, lokalnie zaglinionych, wykazujący zróżnicowaną naturalną odporność na zanieczyszczenie.

Podczas robót geotechnicznych, które wykonywane były w okresie stanu średniego rzeki Wisły, na analizowanym terenie zwierciadło wody gruntowej stabilizowało się na głębokościach od 0,2 do 1,4 m p.p.t., czyli na rzędnych od 195,66 do 196,48. Głębokości nawierconego i ustabilizowanego zwierciadła wód podziemnych, pomierzone w poszczególnych otworach geotechnicznych oraz głębokości występujących na badanym terenie sączeń wraz z odpowiadającymi im rzędnymi zestawiono w poniższej tabeli.

Numer otworu	Rzędna terenu [m n.p.m.]	Głębokość nawierconego zwierciadła wody [m p.p.t.]	Głębokość ustabilizowanego zwierciadła wody [m p.p.t.]	Rzędna ustabilizowanego zwierciadła wody [m n.p.m.]	Głębokość sączenia [m p.p.t.]	Rzędna sączenia [m n.p.m.]
1	197,14	2,6	1,3	195,84	-	-
2	196,86	2,5	1,2	195,66	-	-
3	196,89	2,6	1	195,89	2,1	194,79
4	196,55	2,2	0,7	195,85	1,9	194,65
5	196,66	2,8	0,5	196,16	-	-
6	196,43	3,2	0,3	196,13	-	-
7	196,7	2,6	0,7	196,0	-	-
8	196,51	2,9	0,6	195,91	-	-
9	196,51	3,0	0,6	195,91	2,3	194,21
10	196,63	3,2	0,7	195,93	1,3	195,33
11	196,35	2,7	0,5	195,85	-	-
12	196,16	3,3	0,5	195,66	-	-
13	196,15	2,8	0,6	195,55	-	-
14	196,3	3,0	0,2	196,1	-	-
15	196,7	3,3	0,3	196,4	-	-
16	196,27	4,9	0,3	195,97	-	-
17	196,95	4,7	1	195,95	-	-
18	197,22	2,9	1,4	195,82	1,2	195,02
19	197,2	1,6	0,9	196,3	-	-
20	196,6	2,0	0,3	196,3	-	-
21	197,48	2,7	1	196,48	-	-
22	197,28	2,2	0,9	196,38	-	-
23	197,25	5,6	1	196,25	-	-
24	197,25	2,7	0,8	196,45	2,0	195,25
25	197,36	3,0	1	196,36	-	-
26	197,25	2,1	0,9	196,35	-	-
27	197,18	2,6	1	196,18	-	-
28	197,23	6,3	1,1	196,13	-	-

7. Model geologiczny z określeniem wyprowadzonych danych geotechnicznych

Klasyfikację i charakterystykę gruntów podłoża przeprowadzono na podstawie prac polowych, kontrolnych badań laboratoryjnych próbek gruntów, analizy materiałów archiwalnych oraz analiz i obliczeń inżynierskich zgodnie z obowiązującymi normami gruntowymi. Podłoże zostało rozpoznane do maksymalnej głębokości 25,0 m p.p.t.

Wydzielono 5 warstw geotechnicznych, a kryteriami wydzielenia były: geneza, rodzaj gruntów oraz stany konsystencji i zagęszczenia. Są to:

Warstwa I – grunt sztuczny

Warstwa II – grunt organiczny

Warstwa III – utwory spoiste pochodzenia czwartorzędowego

Warstwa IV – utwory sypkie

Warstwa V – utwory spoiste pochodzenia mioceńskiego.

Wartości stopnia plastyczności I_L zostały oznaczone metodą laboratoryjną oraz metodą polową w oparciu o wyniki przeprowadzonych badań terenowych.

Wartości kąta tarcia wewnętrznego i spójności gruntu zostały określone w aparacie trójosiowym.

Przestrzenny układ warstw geotechnicznych ilustrują przekroje geotechniczne, zamieszczone w załącznikach 7.1.-7.12. Zestawienie badań laboratoryjnych przedstawiono w załączniku 8, wyniki badań laboratoryjnych i agresywności wody w stosunku do betonu zawiera załącznik nr. 9, natomiast zestawienie parametrów charakterystycznych dla wydzielonych warstw geotechnicznych w załączniku 10. Poniżej przedstawiono wydzielone warstwy geotechniczne:

Warstwa I - stanowi grunt sztuczny, stwierdzony w otworach geotechnicznych (nr. 1, 2, 3, 9, 10, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28) będący mieszaniną iłu, iłu z piaskiem, iłu z pyłem i piaskiem, pyłu z iłem i piaskiem, piasku z iłem, piasku drobnego. Utwory występują głównie w stanie twardoplastycznym, plastycznym i miękkooplastycznym. W otworze 9 zalega gruntu w stanie zwartym, a w otworze 23 w stanie luźnym. Grunt ma barwę od brązowej przez brunatno-czarną po żółtą i brązowo-żółtą. Utwory są wilgotne. Osiąga miąższość od 0,3 m w okolicy otworu 25 do 2,3 m w rejonie otworu 28. Rozkład miąższości utworów nasypowych na

teren badań przedstawia mapa miąższości utworów antropogenicznych w skali 1: 2000, zamieszczona w załączniku 2.D.

Warstwa II – reprezentowana jest przez grunt organiczny stwierdzony w otworach geotechnicznych (nr. 1, 5, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 23, 24, 27 i 28). Warstwa znajduje się w stanie średnio zagęszczonym, plastycznym i miękkoplastycznym. Są barwy od brązowej przez brązowo-szarą po szarą. Utwory są wilgotne, mokre lub nawodnione. Warstwa ta zalega na głębokości od 1,2 m p.p.t. (otwór nr. 6) do 7,3 m p.p.t. (otwór nr. 5). Maksymalna miąższość wynosi 3,7 m (otwór nr. 28). W otworze nr 15 i 18, w utworach organicznych, na głębokości od 2,3 m p.p.t. do 3,2 m p.p.t. zalegają wkładki iłu z pyłem i iłu z pyłem i piaskiem barwy szarej, w stanie miękkoplastycznym i plastycznym. Warstwę charakteryzują następujące parametry:

- wilgotność naturalna	$w_n = 16,8 \%$
- gęstość objętościowa	$\rho = 1,705 \text{ g/cm}^3$
- stopień plastyczności	$I_L = 0,53$
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_u = 10,0^\circ$
- kohezja	$C_u = 15,0 \text{ kPa}$
- zawartość części organicznych	$I_{om} = 10,0 \%$

Warstwa III – stwierdzono we wszystkich otworach geotechnicznych z wyjątkiem 17. Miejscami widoczna jest na powierzchni terenu (rejon otworu nr. 20), a maksymalna głębokość zalegania wynosi 6,3 m p.p.t.(otwór nr. 28). Warstwa jest małowilgotna, wilgotna i mokra. Ze względu na stan gruntów warstwa geotechniczna III została rozdzielona na grunty w stanie twardoplastycznym - IIIa, w stanie plastycznym – IIIb i w stanie miękkoplastycznym – IIIc.

Warstwa IIIa – nawiercono w osiemnastu otworach (1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27). Stanowi ją pył z iłem, pył z piaskiem i iłem, ił z pyłem, ił z piaskiem i pyłem oraz piasek z iłem w stanie twardoplastycznym, barwy szarej, popielato-brązowej, jasnobrązowej, brązowej, brązowo-rdzawej, brązowo-szarej, ciemnobrązowej. Utwory są mało wilgotne i wilgotne. W otworach nr 5, 8, 11, 12 i 20 utwory

widoczne są na powierzchni terenu, natomiast spąg maksymalnie zalega 2,6 m p.p.t. (otwór nr. 1). Osiągają miąższości od 0,3 do 1,9 m. Warstwę charakteryzują następujące parametry:

- wilgotność naturalna	$w_n = 24,0 \%$
- gęstość objętościowa	$\rho = 2,028 \text{ g/cm}^3$
- stopień plastyczności	$I_L = 0,22$
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_u = 12,0^\circ$
- kohezja	$C_u = 30,0 \text{ kPa}$
- zawartość części organicznych	$I_{om} = 3,5 \%$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej	$M_o = 8,3 \text{ MPa}$
- edometryczny moduł ścisłości wtórnej	$M = 17,7 \text{ MPa}$

Warstwa IIIb – nawiercono we wszystkich otworach geotechnicznych z wyłączeniem otworu nr. 1, 11, 17, 19, 22 i 27. Stanowi ją pył z iłem, pył z piaskiem i iłem, ił z pyłem, ił z piaskiem i pyłem oraz piasek z iłem w stanie plastycznym. Są barwy szarej, szaro-brązowej, jasnoszaro-brązowej, jasnobrązowo-szarej, brązowej, brązowo-szarej oraz brązowo-czarnej. Utwory są wilgotne. W otworach nr 4, 6, 7 i 13 utwory widoczne są na powierzchni terenu, natomiast spąg maksymalnie zalega 4,1 m p.p.t. (otwór nr. 28). Osiągają miąższości od 0,3 do 2,6 m. Występują śladowe ilości części organicznych. Warstwę charakteryzują następujące parametry:

- wilgotność naturalna	$w_n = 31,9 \%$
- gęstość objętościowa	$\rho = 1,990 \text{ g/cm}^3$
- stopień plastyczności	$I_L = 0,43$
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_u = 7,0^\circ$
- kohezja	$C_u = 25,0 \text{ kPa}$
- zawartość części organicznych	$I_{om} = 4,0 \%$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej	$M_o = 4,2 \text{ MPa}$
- edometryczny moduł ścisłości wtórnej	$M = 17,0 \text{ MPa}$

Warstwa IIIc – nawiercona została w szesnastu otworach (3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 21, 24, 27, 28). Stanowi ją pył z iłem, pył z piaskiem i iłem, ił z pyłem, ił z piaskiem i pyłem oraz piasek z iłem w stanie miękkoplastycznym. Są barwy popielatej, szarej, brązowej, brązowo-

szarej lub żółto-brązowej. W otworach nr 11, 14, 15 i 16 utwory widoczne są na powierzchni terenu. Osiągają miąższości od 0,4 do 2,2 m. Zawierają śladowe ilości części organicznych. W obrębie tej warstwy została nawiercona woda gruntowa, która ustabilizowała się od 0,2 do 1,4 m p.p.t., w skutek czego grunty są głównie nawodnione lub mokre. Warstwę tą charakteryzują następujące parametry:

- wilgotność naturalna	$w_n = 32,0 \%$
- gęstość objętościowa	$\rho = 1,980 \text{ g/cm}^3$
- stopień plastyczności	$I_L = 0,62$
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_u = 5,0^\circ$
- kohezja	$C_u = 15,0 \text{ kPa}$
- zawartość części organicznych	$I_{om} = 3,5 \%$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej	$M_o = 3,9 \text{ MPa}$
- edometryczny moduł ścisłości wtórnej	$M = 15,0 \text{ MPa}$

Warstwa IV – została stwierdzona we wszystkich otworach geotechnicznych i reprezentowana jest przez żwir, żwir z piaskiem, żwir średni z piaskiem, piasek drobny, piasek średni, piasek gruby, piasek ze żwirem oraz piasek z pyłem. Strop warstwy nawiercono od 7,8 do 10,8 m p.p.t.. Ze względu na rodzaj i stan gruntów, warstwę geotechniczną IV rozdzielono na warstwy: IVa, IVb, IVc i IVd, gdzie warstwa IVa to żwir, żwir średni, żwir z piaskiem, żwir średni z piaskiem oraz piasek gruby ze żwirem w stanie zagęszczonym, warstwa IVb to żwiry, żwiry z piaskiem i żwir średni z piaskiem w stanie średnio zagęszczonym, warstwa IVc to piaski drobne, średnie i grube oraz piasek z pyłem w stanie średnio zagęszczonym, a warstwa IVd to piasek drobne, średnie i grube oraz piasek ze żwirem w stanie luźnym.

Warstwa IVa – nawiercono w dziewięciu otworach (7, 15, 17, 22, 23, 24, 25, 27 oraz 28). Stanowi ją żwir, żwir średni, żwir z piaskiem, żwir średni z piaskiem oraz piasek gruby ze żwirem w stanie zagęszczonym o barwie popielatej, szarej lub żółto-szarej. Są to utwory nawodnione, niekiedy mokre. Strop utworów znajduje się na głębokości od 6,5 do 9,5 m p.p.t., a miąższość osiąga od 0,3 m do 1,9 m. (otwór 24 i 25). Warstwę geotechniczną IVa charakteryzują następujące parametry:

- | | |
|---|-------------------------------|
| - gęstość objętościowa | $\rho = 2,010 \text{ g/cm}^3$ |
| - stopień zagęszczenia | $I_D = 0,67$ |
| - kąt tarcia wewnętrznego | $\phi_u = 39,0^\circ$ |
| - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej | $M_o = 185 \text{ MPa}$ |

Warstwa IVb – została stwierdzona we wszystkich otworach geotechnicznych poza otworem nr 24 i reprezentowana jest przez żwir, żwir z piaskiem, piasek ze żwirem, piasek średni ze żwirek i piasek gruby ze żwirem. Utwory występują w stanie średnio zagęszczonym o barwie szarej lub popielatej oraz są nawodnione lub mokre. Strop utworów znajduje się na głębokości od 2,8 do 7,6 m p.p.t., a miąższość osiągają od 0,5 m do 7,9 m. (otwór 1). Występują śladowe ilości części organicznych i okruchy wapieni. Warstwę charakteryzują następujące parametry:

- | | |
|---|-------------------------------|
| - gęstość objętościowa | $\rho = 1,890 \text{ g/cm}^3$ |
| - stopień zagęszczenia | $I_D = 0,50$ |
| - kąt tarcia wewnętrznego | $\phi_u = 38,0^\circ$ |
| - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej | $M_o = 152 \text{ MPa}$ |

Warstwa IVc – nawiercona została w osiemnastu otworach geotechnicznych (2, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, oraz 27) i stanowi ją piasek drobny, piasek średni, piasek gruby, piasek średni z piaskiem drobnym miejscami piasek średni z piaskiem w stanie średnio zagęszczonym. Strop utworów znajduje się na głębokości od 2,0 do 6,0 m p.p.t., a miąższość osiągają od 0,5 m do 4,1 m. (otwór 1). Są nawodnione barwy głównie szarej, miejscami popielatej, żółtej lub żółto-szarej. Warstwę tą charakteryzują następujące parametry:

- | | |
|---|-------------------------------|
| - gęstość objętościowa | $\rho = 1,885 \text{ g/cm}^3$ |
| - stopień zagęszczenia | $I_D = 0,45$ |
| - kąt tarcia wewnętrznego | $\phi_u = 33,0^\circ$ |
| - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej | $M_o = 87 \text{ MPa}$ |

Warstwa IVd – nawiercona została w czterech otworach geotechnicznych (1, 3, 4 oraz 19) i stanowi ją piasek drobny, piasek gruby ze żwirem, piaskiem

z pyłem oraz piasek średni z pyłem w stanie luźnym. Strop utworów znajduje się na głębokości od 2,2 do 5,7 m p.p.t., a miąższość osiągają od 0,3 m do 2,1 m. (otwór 4). Są nawodnione barwy głównie szarej, miejscami popielatej. Warstwę tą charakteryzują następujące parametry:

- | | |
|---|-------------------------------|
| - gęstość objętościowa | $\rho = 1,860 \text{ g/cm}^3$ |
| - stopień zagęszczenia | $I_D = 0,34$ |
| - kąt tarcia wewnętrznego | $\phi_u = 30,0^\circ$ |
| - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej | $M_o = 45 \text{ MPa}$ |

Warstwa V – została stwierdzona we wszystkich otworach geotechnicznych i reprezentowana jest przez il oraz il z pyłem przewarstwiony pyłem z piaskiem oraz piaskiem z pyłem. Strop warstwy nawiercono na głębokości od 7,8 do 10,8 m p.p.t., natomiast spągu nie osiągnięto. Największa osiągnięta miąższość podczas wiercenia wynosi 16,9 m (otwór nr 13). Utwory te są barwy szarej i ciemnopopielatej. Wykazują właściwości pęczniące o czym świadczą wyniki badania wskaźnika pęcznienia. Ze względu na stan gruntów warstwa geotechniczną V została rozdzielona na grunty w stanie twardoplastycznym – Va i zwartym - Vb. Rozkład miąższości utworów słaboprzepuszczalnych stwierdzony przy pomocy odwierconych otworów geotechnicznych na terenie badań przedstawia mapa stropu utworów słaboprzepuszczalnych w skali 1 : 2000, zamieszczona w załączniku 2.G.

Warstwa Va - została stwierdzona we wszystkich otworach geotechnicznych i reprezentowana jest przez il, il z pyłem przewarstwiony pyłem z piaskiem oraz piaskiem z pyłem. Utwory występują w stanie zwartym, o barwie szarej lub ciemnopopielatej i są wilgotne lub małowilgotne. Strop stwierdzono na głębokości od 7,8 do 14,0 m p.p.t., natomiast spąg - nie został nawiercony. Największa osiągnięta miąższość tych utworów wynosi – 16,8 m (otwór nr 7 i 14). Warstwę Va charakteryzują następujące parametry:

- | | |
|------------------------|-----------------|
| - wilgotność naturalna | $w_n = 23,2 \%$ |
|------------------------|-----------------|

- gęstość objętościowa	$\rho = 2,129 \text{ g/cm}^3$
- stopień plastyczności	$I_L = -0,17$
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_u = 10,0^\circ$
- kohezja	$C_u = 85,0 \text{ kPa}$
- zawartość części organicznych	$I_{om} = 1,5 \%$
- wskaźnik pęcznienia	$V_s = 24,0 \%$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej	$M_o = 7,8 \text{ MPa}$
- edometryczny moduł ścisłości wtórnej	$M = 18,7 \text{ MPa}$

Warstwa Vb – została stwierdzona niemal we wszystkich otworach geotechnicznych (z wyjątkiem otworów 4, 7, 8, 14, 17, 19 i 21). Reprezentowana jest przez, il, il z pyłem, pył z piaskiem w stanie twardoplastycznym. Grunty te, wzajemnie się przewarstwiają, a dodatkowo zawierają domieszki i wkładki pyłu z piaskiem i pyłu z piaskiem i pyłem. Głębokość stropu warstwy nawiercono na głębokości od 7,9 do 14,0 m p.p.t. (otwór nr. 1). Maksymalna osiągnięta miąższość wynosi 5,6 m (otwór 9). Utwory mają barwę szarą i są mało wilgotne lub wilgotne. Warstwę geotechniczną Vb charakteryzują następujące parametry:

- wilgotność naturalna	$w_n = 31,2 \%$
- gęstość objętościowa	$\rho = 2,058 \text{ g/cm}^3$
- stopień plastyczności	$I_L = 0,15$
- kąt tarcia wewnętrznego	$\phi_u = 7,0^\circ$
- kohezja	$C_u = 50,0 \text{ kPa}$
- zawartość części organicznych	$I_{om} = 2,4 \%$
- wskaźnik pęcznienia	$V_s = 21,0 \%$
- edometryczny moduł ścisłości pierwotnej	$M_o = 5,6 \text{ MPa}$
- edometryczny moduł ścisłości wtórnej	$M = 13,2 \text{ MPa}$

8. Charakterystyka agresywności wody w stosunku do materiałów konstrukcyjnych

Z wytypowanych przez dozór geotechniczny otworów 8 i 22 pobrano próbki wody do analizy na agresywność w stosunku do betonu i stali. Na podstawie uzyskanych wyników, analizowaną wodę należy określić jako słabo agresywną w stosunku do betonu z cementu portlandzkiego o zawartości 300 kg/m^3 oraz stopniu wodoszczelności W-4 wg BN-62/6738-07.

Zgodnie z wymaganiami normy EN 206-1:2000 wyniki analiz kwalifikują analizowaną wodę gruntową do klasy XA1. Wyniki badań agresywności wody zostały przedstawione w załączniku graficznym nr 9.

9. Wnioski i zalecenia

1. Zleceniodawcą niniejszego opracowania jest BIPROWUMET Sp. z o.o., ul. Krowoderskich Zuchów 2, 31-272 Kraków
2. W niniejszej dokumentacji przedstawiono wyniki robót geotechnicznych, jakie zostały wykonane pod budowę Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów przy ulicy Giedroycia w Krakowie.
3. W ramach prowadzonych prac wykonano 28 wierceń do maksymalnej głębokości 25,0 m p.p.t., oznaczone od 1 do 28, dziesięć sondowań wykonanych sondą dynamiczną do głębokości 10,4 m p.p.t., oznaczonych jako DPH_1 do DPH_10, sześć sondowań wykonanych sondą statyczną do głębokości od 13,8 do 14,4 m p.p.t., oznaczonych jako CPT_1-CPT_6. Wykonano również badania laboratoryjne dla projektowanej budowy Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów przy ulicy Giedroycia w Krakowie, które pozwoliły na określenie podstawowych cech fizycznych i wytrzymałościowych oraz badanie wody gruntowej na agresywność w stosunku do betonu i stali. Lokalizację wierceń i sondowań przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 1000 stanowiącej załącznik graficzny nr 2.
4. Opis budowy geologicznej badanego terenu został przedstawiony w rozdziale 5, a warunki hydrogeologiczne zawarto w rozdziale 6.
5. Szczegółowy opis wydzielonych warstw geotechnicznych zamieszczony jest w rozdziale 7.

6. Planując głębsze wykopy, należy ściany wykopów zabezpieczyć przez szalowanie, wprowadzenie larsenów lub ukształtować je z odpowiednim nachyleniem.
7. Przy posadowieniu fundamentów poniżej piezometrycznego zwierciadła wody, podłoże wymaga odwodnienia (okresowego obniżenia zwierciadła wody) na czas prowadzonych robót.
8. Ze względu na możliwość zmiany poziomu zwierciadła wód podziemnych powyżej poziomu posadowienia obiektu budowlanego, zaleca się zastosowanie izolacji przeciwwilgociowych dla projektowanych fundamentów.
9. Ze względu na występujące w podłożu grunty niejednorodne o zmiennych parametrach, co sprzyja nierównomiernemu osiadaniu obiektów budowlanych, zaleca się takie ich posadowienie, aby ograniczyć do minimum wystąpienie tego zjawiska.
10. W przypadku zastosowania pali należy w trakcie ich wykonywania, dokonywać odbioru podłoża dla jednego pala w grupie pali stanowiących odrębny fundament, w zakresie zgodności parametrów gruntu podłoża z dokumentacją badań podłoża gruntowego.
11. Do cementu użytego do konstrukcji pali dodawać odpowiednie środki hydroizolacyjne.
12. Zwraca się szczególną uwagę na warstwę I, składającą się z gruntów sztucznych, które należy zaliczyć do słabonośnych o dużych wartościach osiadania, ze względu na brak konsolidacji. Przy wykonywaniu podsadzek zaleca się wybranie tej warstwy i zastąpienie np. chudym betonem czy też piaskiem stabilizowanym.
13. W przypadku bezpośredniego posadowienia obiektów w obrębie gruntów zaliczonych do warstw I, II, IIIb, IIIc oraz IVd należy się liczyć z wyminą gruntów lub dokonać ich wzmocnienia
14. Prowadząc roboty ziemne w obrębie gruntów spoistych (glin, ilów) należy dno ściany wykopów chronić przed wpływem wód opadowych i wód gruntowych.
15. Wykopy fundamentowe nie mogą pozostawać otwarte, po ich wykonaniu należy natychmiast przystąpić do betonowania.
16. W przypadkach kontaktu wody z gruntami spoistymi, które pod wpływem wody znacznie pogarszają swoje parametry fizyczno-mechaniczne, zaleca się ograniczenie stosowania technologii wibrowania w robotach związanych

z posadowieniem obiektu, ze względu na możliwość wystąpienia zjawiska tiksotropii.

17. Wykonane analizy wody na agresywność w stosunku do betonu wykazała że analizowaną wodę można zakwalifikować jako nie agresywną w stosunku do betonu z cementu portlandzkiego o zawartości 300kg/m^3 oraz stopniu wodoszczelności W-4 wg. BN-62/6738-07.
18. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 kwietnia 2012 r. (Dz. U. z 2012 roku poz. 463) w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych są to złożone warunki gruntowe i dla obiektów została ustalona II kategoria geotechniczna. Dla obiektu oznaczonego jako budynek procesowy nr 01 została przyjęta III kategoria geotechniczna. Kategoria geotechniczna w późniejszym okresie prac projektowych może zostać zmieniona.
19. Ze względu na złożone warunki gruntowe, zaleca się, aby wszelkie roboty ziemne związane z budową projektowanej inwestycji (wykopy, pale, zasypy, podsypki) wykonywane były pod ciągłym dozorem uprawnionego i doświadczonego geologa.

10. Spis literatury i materiałów pomocniczych

1. Gradziński R. – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000 Arkusz Niepołomice 974, PIG Warszawa.
2. Jaskólski Z. i in., 2013 – Dokumentacja Geologiczno-Inżynierska pod budowę Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów przy ulicy Giedroycia w Krakowie”. Kraków.
3. Jagliński K., Janiszewski P., Pietruszkiewicz-Woszczak M., 2010 – Ocena stanu środowiska gruntowo-wodnego oraz warunków geotechnicznych posadowienia obiektów budowlanych na terenie planowanej lokalizacji budowy Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów, Łódź.
4. Kaziuk H., Lewandowski J., 1980 - Objąsnienia do Mapy Geologicznej Polski w skali 1: 200 000, arkusz Kraków. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
5. Klimaszewski M. [red.], 1972 – Geomorfologia Polski Tom 1. PWN. Warszawa.
6. Kondracki J., 2002 – Geografia regionalna Polski, PWN, Warszawa.
7. Kowalski J. 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 Arkusz Niepołomice 974, PIG Warszawa
8. Myślińska E., 1998 - Laboratoryjne badania gruntów, PWN, Warszawa.
9. Polska norma PN – EN 1997 – 2 Eurocod 7 Projektowanie geotechniczne.
10. Przedsiębiorstwo Geologiczne Kraków, 1972 – Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla projektowanej stacji elektroenergetycznej 220/110kV „Wanda” Huty im Lenina w Nowej Hucie.
11. Przedsiębiorstwo Geologiczne Kraków, 1978 – Dokumentacja badań geologiczno-inżynierskich dla projektowanej oczyszczalni końcowej ścieków przemysłowych HiL.
12. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych. (Dz. U. nr 81 poz. 463)
13. Stupnicka E., 1989 - Geologia regionalna Polski, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
14. Urbańska A. 1997 – Mapa Geologiczno Gospodarcza Polski w skali 1: 50 000 Arkusz Niepołomice 974, PIG Warszawa.
15. Wiłun Z., 1987 - Zarys geotechniki, WKiŁ, Warszawa.