

# **OPINIA GEOTECHNICZNA I DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO w ramach zadania inwestycyjnego budowy urządzenia Próźniowego Odgazowania Stali dla Stalowni**

Miejscowość: *Kraków, kwiecień 2018*

Gmina: *miejska Kraków*

Powiat: *grodzki krakowski*

Województwo: *małopolskie*

## **1. Informacje ogólne**

Dla terenu badań została wykonana Opinia Geotechniczna wraz z Dokumentacją badań podłoża gruntowego w ramach zadania inwestycyjnego budowy urządzenia Próźniowego Odgazowania Stali dla Stalowni.

Celem niniejszego opracowania jest rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych występujących na terenie Zakładu Stalowni w hucie ArcelorMittal S.A. w Krakowie oraz określenie kategorii geotechnicznej planowanych obiektów budowlanych.

Do rozpoznania w/w warunków posłużyły:

- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawienia obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz. 463);
- „Geografia Fizyczna Polski” – J. Kondracki;
- „Zarys geotechniki” – Z. Wiłun;
- „Hydrogeologia Ogólna” – Z. Pazdro;
- Materiały archiwalne;
- Literatura;
- Wizja terenu;
- Wykonane prace.

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

## **2. Położenie geograficzne**

### **2.1 Lokalizacja i sposób użytkowania terenu**

Obszar wykonanych prac zlokalizowany jest w województwie małopolskim, powiecie grodzkim krakowskim, gminie miejskiej Kraków, w dzielnicy Nowa Huta.

W obrębie planowanej inwestycji znajdują się urządzenia i maszyny niezbędne w procesie przekształcania surówki żelaza i złomu w płynną stal.

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

### **2.2 Morfologia i hydrografia**

Według regionalizacji fizycznogeograficznej Kondrackiego teren inwestycji zaliczany jest do mezoregionu Nizina Nadwiślańska (512.41), który stanowi północnozachodnią

część makroregionu – Kotlina Sandomierska (512.4-5).

Teren badań znajduje się na wyższym terasie Wisły, na jej lewym brzegu.

Terasa nadzalewowa znajduje się około 20 m powyżej doliny Wisły i zbudowana jest z utworów piaszczysto-żwirowych oraz pylastych.

Na badanym terenie nie występują naturalne wody stojące i płynące.

W odległości około 1,4 km w kierunku południowo-zachodnim, przepływa rzeka

Dłubnia, która wpływa do Wisły, która znajduje się około 2,0 km na południe od obszaru badań. Teren inwestycji znajduje się poza obszarem zagrożonym podtopieniami.

Powierzchnia badanego terenu huty ArcelorMittal, pod względem morfologicznym, jest bardzo mało urozmaicona. Rzędna terenu w rejonie wykonanych badań wynosi 218,6 m n.p.m.

### **3. Opis wykonanych prac**

#### **3.1 Wiercenia**

Wykonano 3 otwory geotechniczne oznaczone symbolami O-1, O-2 i O-3.

Głębokość otworów O-1 i O-2 wyniosła 17,0 m, a otworu O-3 - 20 m p.p.t, co daje łączny metraż wykonanych wierceń 54,0 mb. Wszystkie otwory wiertnicze zostały wykonane wewnątrz hali Stalowni zgodnie z wytycznymi zlecniodawcy.

Na mapie otrzymanej od zlecniodawcy teren hali został podzielony na osie.

Otwór O-1 i O-3 został wykonany pomiędzy osiami 46 i 47, otwór O-2 między osiami 51 i 52. Lokalizację otworów wiertniczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1: 200, stanowiącej załącznik 2.

Wiercenia wykonywane były mechanicznie-obrotowo świdrem rurowym, spiralnym o średnicy  $\text{Æ}100$  mm.

W trakcie wiercenia prowadzono szczegółowy opis makroskopowy przewiercanych gruntów, zwracając uwagę na rodzaj gruntu, jego barwę, wilgotność, stopień plastyczności oraz zawartość części organicznych. Zwracano również uwagę na występowanie przewarstwień, laminacji, domieszek itp. Również podczas wiercenia z przelotu warstw pobrano reprezentatywne próbki przeznaczone do badań laboratoryjnych. Opis makroskopowy, pobór oraz przechowywanie wszystkich próbek, prowadzone były zgodnie z normą PN-EN 1997 – 2, Eurokod 7 „Projektowanie geotechniczne, rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego”.

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

Wynikiem wiercenia są karty otworów geotechnicznych przedstawione w załącznikach 3.1-3.3.

#### **3.2 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 oraz oznaczenia cech wytrzymałościowych, w tym: kąta tarcia wewnętrznego i kohezji w aparacie trójosiowego ściskania.

Tabelaryczne zestawienie wyników badań laboratoryjnych dla poszczególnych próbek gruntu zamieszczono w załączniku 6, natomiast wykresy uziarnienia zbadanych gruntów w załączniku 7.

## 4. Budowa geologiczna

Ogólne informacje o budowie geologicznej podłoża zaczerpnięto z map geologicznych, hydrogeologicznych i 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.

Omawiany obszar zlokalizowany jest w obrębie Zapadliska Przedkarpackiego, wypełnionego utworami miocenu autochtonicznego oraz molasą. Na osady miocenijskie od południa nasunięte zostały utwory fliszowe Karpat zewnętrznych oraz sfałdowana miocenijska 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 fluwioglacjalnego i rzeczno-żwirowego. Utwory sypkie uległy prawdopodobnie zakumulowaniu w okresie zlodowacenia północnopolskiego, aczkolwiek część tej serii można należeć do osadów rzeki Wisły.

W podłożu dokumentowanego terenu występują utwory trzeciorzędowe (miocenijskie) oraz czwartorzędowe. Niemniej jednak do głębokości wykonanych wierceń stwierdzono występowanie gruntów czwartorzędowych, ponieważ z analizy materiałów archiwalnych wynika, iż grunty miocenu występują na rzędnych terenu poniżej 190 m n.p.m., czyli ponad 25 metrów poniżej powierzchni terenu.

Na badanym obszarze występują utwory czwartorzędowe zarówno spoiste jak i sypkie. Osady spoiste wykształcone są głównie jako: pyły z łu, pyły, lokalnie pyły z łu z wkładkami piasku, w stanach konsystencji od zwanego po plastyczny. Utwory spoiste tworzą kompleks o znacznych miąższościach, leżący bezpośrednio pod gruntami antropogenicznymi i nad utworami sypkimi. Na omawianym obszarze badań, utwory spoiste zostały nawiercone we wszystkich trzech otworach na głębokościach 0,8-1,5 m p.p.t., ich miąższość wynosi 12,3-13,2 m. Utwory sypkie stwierdzono we wszystkich wykonanych otworach. Są to piaski średnie w stanie średnio zagęszczonym, miejscami z łu albo z wkładkami pyłu z łu. Znajdują się one poniżej utworów spoistych, na głębokościach 13,8-14,3 m p.p.t. Nie zostały one przewiercone i sięgały do głębokości wykonanych wierceń.

Otwory wiertnicze wykonywane były wewnątrz hali Zakładu Stalowni, dlatego też na całej powierzchni badanego terenu zalegają utwory antropogeniczne o miąższości od 0,8 do 1,5 m p.p.t. Lokalnie pomiędzy otworami ich miąższość może być większa ze względu na istnienie fundamentów pod maszynami na obszarze hali oraz wcześniejsze wielokrotne przebudowywanie terenu huty.

## 5. Warunki hydrogeologiczne

Ogólne informacje o warunkach hydrogeologicznych zaczerpnięto z mapy hydrogeologicznej oraz z opracowań archiwalnych.

Omawiany teren leży w obszarze zlewni Wisły (rzeka I rzędu), pomiędzy jej lewobrzeżnym dopływem Dłubnią (rzeka II rzędu).

Woda gruntowa występuje tu w piaszczysto-żwirowych utworach czwartorzędowych i tworzy ciągły horyzont wodonośny o charakterze swobodnym lub lekko naporowym. Możliwe jest również okresowe występowanie sączeni w spoistych utworach czwartorzędowych. Zasilanie wód gruntowych 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.

Teren badań znajduje się blisko granicy czwartorzędowego zbiornika wód podziemnych – 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 zailonych, wykazujący zróżnicowaną naturalną odporność na zanieczyszczenie. Związany jest z kopalnym systemem dolin rzecznych tylko nieznacznie pokrywającym się ze współczesnym układem hydrograficznym. GZWP 450 ma miąższości osadów wodonośnych 3-6 m, a sporadycznie nawet 10-12 m i wydajności z pojedynczej studni powyżej 2 m<sup>3</sup>/h. Średni współczynnik filtracji dla warstwy wodonośnej, ustalony na podstawie próbnych pompowań studni z terenów sąsiednich wynosi  $k=6,08 \cdot 10^{-4}$  m/s. W trakcie wykonywania prac badawczych zwierciadło wody, o charakterze swobodnym, zostało nawiercone w otworze O-3, na głębokości 18,0 m p.p.t., co odpowiada rzędnej 200,6 m n.p.m.

## **6. 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. Podłoże zostało rozpoznane do maksymalnej głębokości 20,0 m p.p.t.

Wydzielono 3 warstwy geotechniczne, a kryteriami wydzielenia były: parametry wytrzymałościowe, geneza, rodzaj gruntów oraz stany konsystencji i zagęszczenia. Są to:

Warstwa I – utwory antropogeniczne;

Warstwa IIa – grunty spoiste w stanie półzwałym i twaroplastycznym;

Warstwa IIb – grunty spoiste w stanie plastycznym;

Warstwa III – utwory sypkie.

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.

Interpretację przestrzennego układu warstw geotechnicznych ilustrują przekroje geotechniczne, zamieszczone w załącznikach 5.1-5.3. Jednakże lokalnie możliwe jest istnienie innego przebiegu granic warstw, ich głębokości i miąższości, zwłaszcza w obrębie gruntów antropogenicznych. Z uwagi na wcześniejsze zabudowanie tego terenu możliwe jest występowanie fundamentów lub dawnych budynków.

Zbiorcze wyniki badań laboratoryjnych zestawiono w załączniku 6.

Poniżej znajduje się opis poszczególnych wydzielonych warstw:

**Warstwa I** – została stwierdzona we wszystkich otworach geotechnicznych. Z racji, iż wiercenia prowadzone były wewnątrz hali walcowni w początkowym odcinku profili otworów występowały grunty antropogeniczne. W rejonie otworu O-1 jest to wylewka betonowa o grubości 0,2 m na nasypie z gruzu z pyłem i iłem. W otworze O-2 do głębokości 1,3 m p.p.t. znajduje się nasyp z tłucznią, gruzu i pyłu z iłem, a w otworze O-3 jest to posadzka z cegły klinkierowej, na nasypie z kruszywa, tłucznią i kamieni. Łączna miąższość utworów antropogenicznych wynosi 0,8-1,5 m, jednakże, miejscami, może być ona większa ze względu na wcześniejsze wielokrotne przebudowywanie terenu huty oraz istnienie fundamentów pod maszynami na obszarze hali.

**Warstwa II** – została stwierdzona we wszystkich otworach geotechnicznych i stanowią je spoiste grunty czwartorzędowe. Wykształcone głównie jako pył z łem, pył, sporadycznie z wkładkami piasku, w stanie zwartym, twaroplastycznym i plastycznym. Utwory te zalegają bezpośrednio pod warstwą gruntów antropogenicznych na głębokościach od 0,8 do 1,5 m p.p.t. Grunty spoiste są wrażliwe na działanie wody ze względu na dużą zawartość frakcji pylastej i ilastej, dlatego też ich parametry mogą ulegać pogorszeniu podczas kontaktu z wodami np. sączeniami wód gruntowych. Ze względu na stan gruntów, II warstwa geotechniczna została rozdzielona na grunty o konsystencji zwartej i twaroplastycznej – IIa oraz plastycznej – IIb.

**Warstwa IIa** – została nawiercona we wszystkich wykonanych otworach tuż poniżej utworów antropogenicznych warstwy I, tj. na głębokościach 0,8-1,5 m i sięga do głębokości 7,5 m w otworze O-1 i 14,3 m p.p.t. Jej miąższość wynosi od 6,0 m w otworze O-1 do 11,0 m w otworze O-3. Warstwa IIa wykształcona jest jako pył z łem w stanie zwartym i twaroplastycznym. Utwory te są wilgotne, mało wilgotne, barwy jasnobrazowej. Grunty warstwy IIa charakteryzują następujące parametry:

- wilgotność naturalna  $w_n = 18,7 \%$
- gęstość objętościowa  $r = 2,100 \text{ g/cm}^3$
- stopień plastyczności  $I_L = 0,00$
- kąt tarcia wewnętrznego  $f_u = 21^\circ$
- kohezja  $C_u = 28 \text{ kPa}$

**Warstwa IIb** – została nawiercona we wszystkich wykonanych otworach poniżej warstwy IIa, a powyżej warstwy III, tj. na głębokościach 7,5-11,0 m p.p.t. i sięga do głębokości 13,8-14,3 m. Jej miąższość wynosi od 3,0 m w otworze O-3 do 6,3 m w otworze O-1. Warstwa IIb wykształcona jest jako pył z łem, w stanie plastycznym, sporadycznie z wkładkami piasku. Grunty te są wilgotne, barwy jasnobrazowej. Warstwa IIb charakteryzuje się następującymi parametrami:

- wilgotność naturalna  $w_n = 22,4 \%$
- gęstość objętościowa  $r = 2,025 \text{ g/cm}^3$
- stopień plastyczności  $I_L = 0,40$
- kąt tarcia wewnętrznego  $f_u = 13^\circ$
- kohezja  $C_u = 18 \text{ kPa}$

**Warstwa III** – stwierdzono ją we wszystkich otworach geotechnicznych. Warstwa III wykształcona jest jako czwartorzędowe grunty sypkie, reprezentowane przez piasek średni, piasek z łem, miejscami piasek średni z wkładkami pyłu z łem, w stanie średnio zagęszczonym, wilgotny, nawodniony, barwy jasnobrazowej i brązowej. Strop tych utworów znajduje się poniżej gruntów warstwy II na głębokości 13,8-14,3 m. Miąższość tej warstwy nie jest znana, gdyż nie została przewiercona. Utwory warstwy III charakteryzują się następującymi parametrami:

- gęstość objętościowa  $r = 1,850 \text{ g/cm}^3$
- stopień zagęszczenia  $I_D = 0,50$
- kąt tarcia wewnętrznego  $f_u = 30,0^\circ$

## 7. Ocena przydatności terenu dla lokalizacji projektowanych obiektów

W podłożu stwierdzono występowanie pokrywy gruntów czwartorzędowych, w stropie przykrytych przez utwory antropogeniczne o miąższości 0,8-1,5 m.

Zbudowane są one z posadzki klinkierowej lub płyty betonowej posadowionej na podbudowie z pyłu z iłem i piaskiem, zmieszanej z gruzem betonowym lub kruszywem. Z uwagi na to, iż teren ten był wielokrotnie przebudowywany, podczas realizacji prac ziemnych pomiędzy wykonanymi otworami badawczymi, istnieje możliwość natrafienia na pozostałości fundamentów dawnych budynków oraz miejscami zwiększoną miąższość utworów antropogenicznych.

Poniżej utworów antropogenicznych zalegają czwartorzędowe utwory spoiste w postaci pyłów z iłem, pyłów oraz sporadycznie pyłów z iłem z wkładkami piasku znajdujących się w stanach konsystencji, od zwartego po plastyczny. Przy czym utwory zwarte i twaroplastyczne budują znaczną część podłoża. Razem z utworami antropogenicznymi sięgają do głębokości 7,5-11,0 m p.p.t. Utwory plastyczne znajdują się poniżej i sięgają do głębokości 13,8-14,3 m p.p.t. Miąższość gruntów plastycznych, w miejscach nawiercenia, wynosiła 3,0-6,3 m. Niżej występuje strop utworów sypkich (13,8-14,3 m), wykształconych jako piaski średnie w stanie średnio zagęszczonym, miejscami piasku z iłem i piasku średniego z wkładkami pyłu z iłem. Utwory piaszczyste nie zostały przewiercone i sięgały do głębokości wykonanych wierceń, a ich minimalna miąższość wynosiła 3,2 m.

Na badanym terenie, w otworze O-3 stwierdzono zwierciadło wody na głębokości 18,0 m p.p.t. Możliwe jest wystąpienie sączeń wód gruntowych w obrębie utworów spoistych, których ilość i intensywność ulega zmianom w zależności od warunków pogodowych, takich jak susze, opady, powódzie, roztopy. Grunty spoiste są bardzo wrażliwe na zmiany objętości związane ze zmianą ilości oraz stanu skupienia wody, czyli mogą ulegać kurczeniu, pęcznieniu oraz wysadzaniu, przy czym najbardziej narażone na to, są grunty w stanie plastycznym i miękkoplastycznym.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. (Dz. U. 2012 poz. 463)

*w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych*, na opisywanym terenie zostały stwierdzone proste warunki gruntowe oraz proponuje się przyjęcie II kategorii geotechnicznej, lecz ostatecznie zostanie ona określona przez projektanta w projekcie budowlanym po określeniu wielkości obciążeń od projektowanych obiektów i głębokości posadowienia.

## **8. Wnioski i zalecenia**

1. Zleceniodawcą niniejszego opracowania jest ArcelorMittal Poland S.A., 41-308 Dąbrowa Górnicza, al. Piłsudskiego 92.
2. W niniejszej dokumentacji przedstawiono wyniki prac, jakie zostały wykonane w ramach zadania inwestycyjnego budowy urządzenia Próźniowego Odgazowania Stali dla Stalowni.
3. W ramach prowadzonych prac, wewnątrz hali Zakładu Stalowni wykonano 3 otwory geotechniczne, otwory O-1 i O-2 do głębokości 17,0 m i otwór O-3 do głębokości 18,0 m p.p.t. Wykonano również badania laboratoryjne próbek gruntów pobranych z otworów, które pozwoliły na określenie podstawowych cech fizycznych i wytrzymałościowych. Lokalizację wierceń przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 200 stanowiącej załącznik 2.
4. Opis budowy geologicznej badanego terenu został przedstawiony w rozdziale 4, a warunki hydrogeologiczne zawarto w rozdziale 5.
5. Szczegółowy opis wydzielonych warstw geotechnicznych zamieszczony jest w rozdziale 6.
6. 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.

7. Planując głębsze wykopy, należy ściany wykopów zabezpieczyć, tak aby zapewnić stabilność ich ścian, poprzez szalowanie lub ukształtowanie ścian pod odpowiednim nachyleniem oraz odcięcia od możliwości ewentualnego dopływu wód gruntowych.

8. W okresie wzmożonych opadów i wiosennych roztopów w gruntach spoistych mogą pojawić się sączenia, których ilość i intensywność może wzrosnąć.

9. 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.

10. Teren wykonanych prac jest zabudowany, w związku z tym przed przystąpieniem do wykonywania prac ziemnych, należy dokonać szczegółowej inwentaryzacji uzbrojenia podziemnego i innych obiektów podziemnych, które mogą mieć wpływ na sposób posadowienia projektowanych obiektów.

11. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. (Dz. U. 2012 poz. 463) *w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych* są to proste warunki gruntowe, zaś dla projektowanych obiektów proponuje się przyjąć II kategorię geotechniczną.