

Zleceniodawca:

**Biuro Studiów i Projektów Lotniskowych  
POLCONSULT Sp. z o.o.  
00-697 Warszawa, Al. Jerozolimskie 53**

Wykonawca:



**Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A.  
ZAKŁAD W ŁODZI  
ul. Nowa 29/31, 90-030 Łódź  
Tel.: (42) 674-14-02; Fax: 674-81-33**

## **OPINIA GEOTECHNICZNA wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego**

**Lokalizacja:**

Lotnisko Modlin, Nowy Dwór Mazowiecki,  
woj. mazowieckie

Autor:

mgr inż. Grzegorz Zalewski  
upr. nr. VII- 1454

mgr inż. Anna Rzempowska

Łódź, sierpień 2016 r.

SPIS TREŚCI.....	1
1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA .....	2
1.1. Podstawa opracowania .....	2
1.2. Przedmiot opracowania .....	2
1.3. Cel i zakres opracowania.....	2
2. LOKALIZACJA I MORFOLOGIA TERENU .....	3
3. PRZEBIEG BADAŃ .....	3
3.1. Prace geodezyjne.....	3
3.2. Wiercenia i badanie terenowe .....	3
3.3. Sondowania gruntów niespoistych.....	3
3.4. Badania laboratoryjne .....	4
4. DANE DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO.....	4
4.1. Budowa geologiczna .....	4
4.2. Warunki hydrogeologiczne .....	5
4.3. Charakterystyka wydzielonych warstw.....	5
5. OCENA WARUNKÓW GRUNTOWO-WODNYCH.....	8
6. WNIOSKI .....	8
7. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI .....	8
7.1. Przepisy prawne .....	8
7.2. Normy państwowe i branżowe.....	8

#### SPIS ZAŁĄCZNIKÓW:

Tabela nr 1 Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych wg PN-81/B-03020

#### ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE:

Załącznik nr 1.1-1.30	Profile otworów geotechnicznych w skali 1:50
Załącznik nr 2.1-2.15	Przekroje geotechniczne w skali 1 : $\frac{2000}{50}$ oraz 1 : $\frac{5000}{50}$
Załącznik nr 3.1 – 3.14	Wyniki sondowania dynamicznego w skali 1:50
Załącznik nr 4	Mapa dokumentacyjna w skali 1:2000
Załącznik nr 5.1- 5.16	Wyniki badań laboratoryjnych



# 1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA

## 1.1. Podstawa opracowania

Niniejszą dokumentację geotechniczną opracowano w **Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL S.A. Zakład w Łodzi** na zlecenie firmy: **Biuro Studiów i Projektów Lotniskowych POLCONSULT Sp. z o.o.**, z siedzibą w Warszawie przy Al. Jerozolimskich 53.

Dokumentację wykonano w oparciu o przepisy PN-EN-1997-2 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne część 2; PN-81/B-03020 „Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie” i norm związanych oraz na podstawie wytycznych PN-98/B-02479 „Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.”. Wykorzystano również mapy przedmiotowe i literaturę fachową.

Podstawą prawną wykonania dokumentacji jest Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. nr 0, poz. 463 z dnia 27 kwietnia 2012 r.).

## 1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja określająca warunki geotechniczne oraz stopień złożoności budowy geologicznej dla potrzeb modernizacji dróg kołowania lotniska Modlin.

## 1.3. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest udokumentowanie warunków gruntowo – wodnych występujących w rejonie badań, w zakresie umożliwiającym realizację inwestycji.

Opracowanie sporządzono na podstawie wykonanych wierceń i jakościowego oraz ilościowego określenia parametrów wiodących gruntów. Przy opracowywaniu niniejszej dokumentacji wykorzystano również mapy i literaturę geologiczną, polskie normy i branżowe przepisy prawne.

W szczególności celem opracowania jest określenie:

- stopnia złożoności budowy geologicznej,
- głębokości występowania wód gruntowych.

## **2. LOKALIZACJA I MORFOLOGIA TERENU**

Obszar badań zlokalizowany jest w zachodnio – północnej części m. Nowy Dwór Mazowiecki.

Według fizycznogeograficznej regionalizacji Polski teren badań położony jest w obrębie Wysoczyzny Płońskiej (318.61). Pod względem morfologicznym, stanowi ona równinę morenową, urozmaiconą łańcuchem wzgórz morenowych i kemowych.

Powierzchnia terenu pod względem hipsometrycznym jest zróżnicowana. Rzędne niwelacyjne wahają się w granicach od 100,50 m n p. m. w północno zachodniej części badanego terenu do ok. 106,30 m n p. m. w części centralnej. Deniwelacje pomiędzy kolejnymi otworami nie przekraczają jednak 0,8 m.

## **3. PRZEBIEG BADAŃ**

### **3.1. Prace geodezyjne**

W terenie wytyczono 30 otworów badawczych metodą rzędnych i odciętych (domiarów), w oparciu o istniejącą sytuację, na podstawie mapy dokumentacyjnej (Załącznik nr 4). Rzędne wysokościowe zostały ustalone metodą interpolacji na podstawie w/w mapy.

### **3.2. Wiercenia i badanie terenowe**

Roboty wiertnicze prowadzono w dniu 23 - 25.08.2016 r. Odwiercono 30 otworów badawczych , z czego pięć o głębokości 7,0 m oraz 25 o głębokości 3,0 m. Łączny metraż wyniósł 110,0 mb. Wiercenia wykonano przy użyciu samojezdnej wiertnicy mechanicznej H20SG, pod nadzorem geologicznym mgr Tomasza Piwowarskiego.

Podstawowe cechy gruntu takie jak: rodzaj, barwa, wilgotność i stan określano sukcesywnie, w trakcie wierceń, zgodnie z wytycznymi normy PN-86/B-02480.

Po zakończonych pracach polowych, otwory badawcze zlikwidowano wydobywym urobkiem z zachowaniem pierwotnych profili geologicznych.

### **3.3. Sondowania gruntów niespoistych**

Na podstawie PN-B-04452/2002, przy otworach nr: 3, 5, 6, 8, 9, 17, 19, 21, 23, 24, 25, 27, 28, 30 wykonano badanie stanu zagęszczenia gruntów niespoistych przy użyciu sondy dynamicznej lekkiej (DPL). Interpretację tego badania przeprowadzono na podstawie w/w normy (Załącznik nr 3.1-3.14).

### 3.4. Badania laboratoryjne

Badania laboratoryjne wykonano na wybranych próbkach gruntów niespoistych o naturalnym uziarnieniu (NU) oraz gruntach spoistych o naturalnej wilgotności (NW).

Zakres badań obejmował:

- liczba pobranych próbek gruntów niespoistych: **13 badań**
- liczba pobranych próbek gruntów spoistych: **2 badania**
- analiza makroskopowa: **15 badań**
- analiza sitowa: **13 badań**
- wilgotność naturalna – **2 badania**
- granice: płynności i plastyczności – **2 badania**

Badania laboratoryjne gruntów prowadzono zgodnie z PN-88/B-04481 „Grunty budowlane. Badania próbek gruntu”. Uzyskane wyniki przedstawiono w Załączniku nr 5.1-5.16.

## 4. DANE DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO

### 4.1. Budowa geologiczna

Wierceniami do głębokości 3,0 – 7,0 m p.p.t. zbadano jedynie stropową partię podłoża gruntowego. Reprezentują go grunty:

- holocenijskie – osady antropogeniczne (**Qhn**),
- plejstocenijskie – osady wodnolodowcowe (**Qpfg**) oraz gliny zwałowe (**Qpg**)

W skład holocenu wchodzi:

**grunty antropogeniczne (Qhn)** – nawiercone zostały we wszystkich wykonanych otworach. Zbudowane są głównie z piaszczystych nasypów budowlanych, lokalnie z domieszkami humusu i kamieni. Jedynie w otworze nr 6 odnotowano ziemny nasyp niebudowlany. Do osadów antropogenicznych zaliczono również warstwę gleby zalegającą w części z odwierconych otworów, a także warstwy betonu wraz z izolacją z otworów nr 11-16.

W skład plejstocenu wchodzi:

**osady fluwioglacjalne (Qpfg)** – nawiercone zostały bezpośrednio poniżej gruntów antropogenicznych, zaś ich miąższość nie jest znana ze względu na nieprzewiercenie spągu osadów. Litologicznie utwory te reprezentowane są przez piaski od pylastych, poprzez średnie, aż po pospółki.

**gliny zwałowe (Qpg)** - nawiercone zostały w otworach nr 13, 25 oraz 26, na głębokości 1,4 - 2,5 m p.p.t.. Miąższość waha się od 0,3 do 0,5 m. Pod względem litologicznym grunty te reprezentowane są przez gliny piaszczyste i piaski gliniaste.

#### **4.2. Warunki hydrogeologiczne**

W trakcie wykonywania prac wiertniczych, w obrębie terenu badań, do maksymalnej głębokości 7,0 m, stwierdzono występowanie wód podziemnych w otworach nr 1, 2 oraz 3. Wody te mają charakter swobodny i nawiercono je na głębokości 5,95 – 6,5 m p.p.t.

#### **4.3. Charakterystyka wydzielonych warstw**

Podłoże gruntowe terenu badań, do zbadanej głębokości 6,0 m p.p.t. charakteryzują **proste warunki gruntowo-wodne [1]**.

Z analizy przeprowadzonych wierceń oraz badań terenowych (badania makroskopowe gruntów oraz sondowania dynamiczne), a także badań laboratoryjnych, na zbadanym terenie można wydzielić trzy serie litologiczno-genetyczne. Zostały one ujęte w warstwy geotechniczne (zgodnie z [1] na podstawie PN-81/B-03020). Dla warstw geotechnicznych podano charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych określone na podstawie badań makroskopowych metodami B i C wg p. 3.2. PN-81/B-03020. Jako cechę wyróżniającą dla gruntów niespoistych przyjęto stopień zagęszczenia -  $I_D$ , dla gruntów spoistych stopień plastyczności -  $I_L$ , a dla nasypów budowlanych wskaźnik zagęszczenia -  $I_s$ . Pod względem konsolidacji grunty serii III należą do grupy B (wg p. 1.4.6 PN-81/B-03020). Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw geotechnicznych zestawiono w **Tabeli nr 1** zamieszczonej w dokumentacji.

#### **Charakterystyka wydzielonych serii i warstw geotechnicznych**

##### **- I seria – nasypy budowlane (Qhn- nB).**

Na zespół gruntów tej serii składają się nasypowe grunty antropogeniczne. Reprezentowane są przez **nasypy piaszczyste**. Grunty te ujęto w **jedną warstwę geotechniczną I**. Są to grunty mało wilgotne i wilgotne, średnio zagęszczone, o przyjętej wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_s=0,97$ .

##### **- II seria – osady fluwioglacjalne (Opfg).**

W serii osadów piaszczystych znajdują się grunty niespoiste mineralne rodzime. Litologicznie są to piaski pylaste, piaski drobne, piaski średnie, piaski grube oraz lokalnie pospółki. Seria osadów fluwioglacjalnych należy do gruntów :

- bardzo dobrze przepuszczalnych – dla żwirów i pospółek, o orientacyjnej wartości współczynnika filtracji  $k$  wynoszącej  $>10^{-3}$  m/s.
- dobrze przepuszczalnych – dla piasków grubych oraz średnich, o orientacyjnej wartości współczynnika filtracji  $k$  wynoszącej  $10^{-4}$  -  $10^{-3}$  m/s.
- średnio przepuszczalnych – dla piasków drobnych, o orientacyjnej wartości współczynnika filtracji  $k$  wynoszącej  $10^{-5}$  -  $10^{-4}$  m/s.
- słabo przepuszczalnych – dla piasków pylastych, o orientacyjnej wartości współczynnika filtracji  $k$  wynoszącej  $10^{-6}$  -  $10^{-5}$  m/s.

W poniższej tabeli przedstawiono uzyskane wartości współczynnika filtracji na podstawie badań laboratoryjnych.

**Tabela nr 2 Zbiorcze zestawienie współczynników wodoprzepuszczalności gruntów uzyskane na podstawie badań laboratoryjnych**

Nr otw.	Głębokość [m p.p.t.]	Nazwa gruntu	Współczynnik wodoprzepuszczalności [m/s]	
			Wg t. Beyera	Wg wzoru USBSC
1	4,0	Piasek średni	$1,70 \times 10^{-4}$	$8,89 \times 10^{-5}$
4	3,5	Piasek drobny	$4,90 \times 10^{-5}$	$1,80 \times 10^{-5}$
6	2,0	Piasek średni	$1,70 \times 10^{-4}$	$1,11 \times 10^{-4}$
9	2,0	Piasek średni	$1,20 \times 10^{-4}$	$4,58 \times 10^{-5}$
10	1,5	Pył*(Piasek pylasty)	Poza zakresem	$2,30 \times 10^{-7}$
11	2,4	Piasek drobny	$3,80 \times 10^{-5}$	$9,31 \times 10^{-6}$
17	1,8	Piasek średni	$3,50 \times 10^{-4}$	$1,10 \times 10^{-4}$
19	2,0	Piasek średni	$1,20 \times 10^{-4}$	$4,58 \times 10^{-5}$
21	1,8	Piasek drobny	$1,10 \times 10^{-4}$	$2,25 \times 10^{-5}$
23	2,2	Piasek pylasty	Poza zakresem	$7,18 \times 10^{-6}$
27	1,6	Piasek drobny	$4,20 \times 10^{-5}$	$1,08 \times 10^{-5}$
28	1,6	Piasek średni	$2,60 \times 10^{-4}$	$1,22 \times 10^{-4}$
30	2,0	Piasek pylasty	Poza zakresem	$6,23 \times 10^{-6}$

\*Wg badań terenowych w otworze nr 10 na gł. 1,5 m p.p.t. nawiercono piasek pylasty. Na podstawie badań laboratoryjnych, ze względu na dużą zawartość frakcji pyłowej, próbkę oznaczono jako pył. Dla potrzeb niniejszej dokumentacji na profilach oraz przekrojach przyjęto wersję terenową.

### **Grunty tej serii ujęto w warstwy geotechniczne:**

- **IIA** - do warstwy zaliczono piaski drobne oraz piaski pylaste, mało wilgotne, średnio zagęszczone, o charakterystycznej, obliczonej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D^{(n)} = 0,60$ .
- **IIB** - do warstwy zaliczono piaski średnie oraz piaski grube, mało wilgotne, średnio zagęszczone, o charakterystycznej, obliczonej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D^{(n)} = 0,60$ .
- **IIC** - do warstwy zaliczono piaski drobne oraz piaski pylaste, mało wilgotne i wilgotne, zagęszczone, o charakterystycznej, obliczonej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D^{(n)} = 0,74$ .
- **IID** - do warstwy zaliczono piaski średnie oraz grube, a także dla potrzeb niniejszej dokumentacji – pospółki; grunty mało wilgotne i wilgotne, zagęszczone, o charakterystycznej, obliczonej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D^{(n)} = 0,74$ .
- **IIE** - do warstwy zaliczono piaski średnie( a także lokalnie występujące piaski drobne), wilgotne i mokre, bardzo zagęszczone, o charakterystycznej, obliczonej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D^{(n)} = 0,83$ .

### **- III seria – gliny zwałowe (Qpg).**

Na zespół glin zwałowych składają się grunty mineralne rodzime spoiste. W obrębie badanego terenu seria ta zawiera gliny piaszczyste oraz piaski gliniaste. Grunty należące do tej serii są mało wilgotne w stanie twaroplastycznym. Pod względem własności filtracyjnych grunty należą do słabo przepuszczalnych i półprzepuszczalnych. Orientacyjne wartości współczynnika filtracji  $k$  dla piasków gliniastych wynoszą  $10^{-6}$  -  $10^{-5}$  m/s, a dla glin  $k=10^{-8}$  -  $10^{-6}$  m/s.

### **W III serii wydzielono następujące warstwy geotechniczne:**

- **IIIA** – zaliczono do niej piaski gliniaste zwarte, mało wilgotne, twaroplastyczne, o obliczonej, charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,09$ .



- **IIIB** – zaliczono do niej gliny piaszczyste oraz piaski gliniaste, mało wilgotne, twar doplastyczne, obliczonej, charakterystycznej wartości stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,18$ .

*Do warstw geotechnicznych nie włączono występujących od powierzchni terenu: humusu, warstw betonu wraz z izolacją oraz nasypu niebudowlanego z otworu nr 6.*

## 5. OCENA WARUNKÓW GRUNTOWO-WODNYCH

Podłoże gruntowe terenu badań do głębokości 3,0 -7,0 m p.p.t., charakteryzują **proste** warunki gruntowo-wodne.

Wszystkie nawiercone grunty należą do trzech serii litologicznych charakteryzujących się korzystnymi parametrami geotechnicznymi.

## 6. WNIOSKI

1. Podłoże gruntowe terenu badań, do głębokości 3,0 - 7,0 p.p.t., charakteryzują **proste warunki gruntowo-wodne**.
2. Wszystkie zbadane grunty zostały ujęte w warstwy geotechniczne. Wyznaczono dla nich charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych, które przedstawiono w Tabeli nr 1.
3. W trakcie wykonywania prac wiertniczych, w obrębie terenu badań, do głębokości maksymalnej 7,0 m stwierdzono występowanie wód podziemnych w otworach nr 1,2 oraz 3 (patrz rozdział 4.2.).
4. Projektowane roboty ziemne, należy dopasować do stwierdzonych w opracowaniu warunków gruntowo-wodnych.

## 7. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI

### 7.1. Przepisy prawne

[1]. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. nr 0, poz. 463 z dnia 27 kwietnia 2012 r).

### 7.2. Normy państwowe i branżowe

[2]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

[3]. PN-EN 1997-2 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne. Część 2 Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

[4]. PN-B-06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.



CHARAKTERYSTYCZNE WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH wg PN-81/B-03020														
Seria litologiczno-stratygraficzna		Nr warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntu	Symbol (wg pkt.1.4.6)	Stan gruntu		Wilgotność naturalna	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrzznego	Spójność	Moduły		Wskaźnik skonsolidowania	Współczynnik materiałowy (wg pkt. 3.2)
					Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności					Pierwotnego odkształcenia	edometryczny ściśliwości pierwotnej		
Symbol	Nr serii				$I_D^{(n)}$	$I_L^{(n)}$	$w_n^{(n)}$	$\rho^{(n)}$	$\Phi_v^{(v)}$	$c_u^{(n)}$	$E_0^{(n)}$	$M_0^{(n)}$	$\beta$	$\gamma_\mu$
					-	-	[%]	[t/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	-	-
<b>Qhn</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>nB</b>	Is=0,97 dla gruntów antropogenicznych nie określono pozostałych parametrów geotechnicznych										
<b>Qpfg</b>	<b>II</b>	<b>IIA</b>	<b>Pd, Pπ</b>	-	<b>0,60</b>	-	mw=6	1,65	30,90	-	55,40	74,40	0,80	1±0,10
		<b>IIB</b>	<b>Ps, Pr</b>	-	<b>0,60</b>	-	mw=5	1,70	33,60	-	94,60	112,30	0,90	1±0,10
		<b>IIC</b>	<b>Pd, Pπ</b>	-	<b>0,74</b>	-	mw=5 w=14	1,70 1,85	31,60	-	70,30	94,80	0,80	1±0,10
		<b>IID</b>	<b>Ps, Pr (+Po)</b>	-	<b>0,74</b>	-	mw=4 w=12	1,80 1,90	34,50	-	118,10	140,80	0,90	1±0,10
		<b>IIE</b>	<b>Ps (+Pd)</b>	-	<b>0,83</b>	-	w=12 m=18	1,90 2,05	35,00	-	135,00	161,40	0,90	1±0,10
<b>Qpg</b>	<b>III</b>	<b>IIIA</b>	<b>Pg</b>	<b>B</b>	-	<b>0,10</b>	13	2,15	20,10	35,48	36,50	48,10	0,75	1±0,10
		<b>IIIB</b>	<b>Gp,Pg</b>			<b>0,20</b>	12	2,20	18,30	31,54	28,10	36,90		1±0,10

mw- grunt mało wilgotny, nw- grunt nawodniony

Opracowała:

mgr inż. Anna Rzempowska