



Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta we Wrocławiu

ul. Długa 49 53 – 633 Wrocław

Budowa ciągu pieszo – rowerowego w ul. Mościckiego
na odcinku od ul. Mandżurskiej do ul. Ziemniaczanej"

INWESTOR		Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta we Wrocławiu ul. Długa 49 53 – 633 Wrocław
NAZWA OPRACOWANIA	"Budowa ciągu pieszo – rowerowego w ul. Mościckiego na odcinku od ul. Mandżurskiej do ul. Ziemniaczanej	
ADRES I NR DZIAŁEK	Wrocław , ulica Mościckiego Obręb Brochów Arkusz Mapy AM 27 działki nr 4 , 54/2 , 82/1 , 103 Obręb Bieńkowice Arkusz Mapy AM 7 działki nr 1 , 2 , 3	
JEDNOSTKA PROJEKTOWA		KBH Inwestycje sp. z o.o. sp. k ul. Sosnowa 21, Mokronos Dolny, 55-080 Kąty Wrocławskie

BRANŻA	STADIUM DOKUMENTACJI	UMOWA
DROGI	Projekt Budowlany	TXZ/TRP/325/293/2016

NR OPRACOWANIA	NAZWA OPRACOWANIA
9	Opinia geotechniczna

Zespół projektowy	Imię i Nazwisko	Data
Opracował	mgr Sławomir Pauś	02.2017
Opracował	Mgr Michał Hofman	02.2017
Opracował	Mgr Emil Wierciński	02.2017

MOKRONOS DOLNY LUTY 2017



KBH Inwestycje sp. z o.o. sp.k.

Mokronos Dolny Sosnowa 21
biuro@kbhi.wroclaw.pl

KRS: 0000565870

55-080 Kąty Wrocławskie
NIP : 896 15 43 898



USŁUGI GEOLOGICZNO-PROJEKTOWE
I OCHRONY ŚRODOWISKA WOJCIECH ZAWIŚLAK
(+48) 601 561 326, (+48) 71 373 43 46
biuro@geolog-zawislak.pl

Biuro: ul. Góralska 46, 53-610 Wrocław
Faktury: Celtycka 11/4, 54-153 Wrocław, NIP 894-101-16-84
Konto: 08 1090 2503 0000 0006 3000 0168

Zleceniodawca:

Konsulting Budowlany

Halicka Inwestycje sp. z o.o. sp.k.

ul. Sosnowa 21, Mokronos Dolny

55-080 Kąty Wrocławskie

OPINIA GEOTECHNICZNA

**z rozpoznania warunków gruntowo-wodnych na potrzeby budowy ciągu
pieszo-rowerowego w ciągu ulicy Mościckiego we Wrocławiu, na odcinku
od ulicy Mandżurskiej do ulicy Ziemniaczanej**

Opracowali:

mgr Sławomir Pauś
upr. geol. nr VII-1386

mgr Michał Hofman

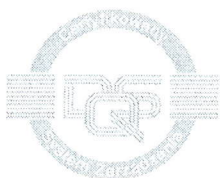
mgr Emil Wierciński

GEOLÓG
mgr Sławomir Pauś
Uprawnienia geologiczne
nr VII-1386

Michał Hofman

Emil Wierciński

Wrocław, luty 2017 r.



GEOLOGIA I GEODEZJA,
WIERCENIA GEOLOGICZNE, OBSŁUGA BUDÓW,
LABORATORYJNE BADANIA GRUNTÓW I KRUSZYW

Niniejsza opinia geotechniczna została opracowana na zlecenie Konsulting Budowlany Halicka Inwestycje sp. z o.o. sp.k. w celu określenia warunków gruntowo-wodnych występujących w ciągu ul. Mościckiego we Wrocławiu, na odcinku od ul. Mandzurskiej do ul. Ziemniaczanej. Opinia ma być pomocna przy projektowaniu planowanego ciągu pieszo-rowerowego. Podstawą prawną opracowania 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).

Zakres prac oraz lokalizacje odwiertów określił Zleceniodawca. W dniu 16.02.2017 r. wykonano trzy odwierty geotechniczne o głębokości 3,0 m. Łącznie wykonano 9 mb wierceń. Odwierty wykonano zestawem świrdrów ręcznych o średnicy 60 mm. Przy otworze nr 2 wykonano sondowanie dynamiczne sondą DPL (SD-10) w celu określenia zagęszczenia piasków. Lokalizację wykonanych odwiertów przedstawiono na planie sytuacyjnym w załączniku nr 1.

Podczas wierceń pod nadzorem uprawnionego geologa na bieżąco prowadzono opis makroskopowy gruntu (odnośnie jego składu, genezy i stanu), pobierano próbki gruntów do badań makroskopowych oraz laboratoryjnych oraz określano zagęszczenie gruntów piaszczystych. W trakcie wierceń pobrano próbki gruntów o naturalnym uziarnieniu i o naturalnej wilgotności do szczegółowych badań laboratoryjnych, a następnie sklasyfikowano je zgodnie z Normą PN-86/B-02480 i PN-88/B-04481.

W podłożu stwierdzono występowanie czwartorzędowych gruntów rodzimych:

- piasków średnich przewarstwionych piaskiem gliniastym w stanie zagęszczonym (warstwa IIa) oraz piasków średnich i piasków średnich zaglinionych ze żwirem w stanie średniozagęszczonym (warstwa IIb) pochodzenia wodnolodowcowego,
- glin piaszczystych i glin piaszczystych przewarstwionych piaskiem gliniastym w stanie twardoplastycznym (warstwa B1) oraz glin piaszczystych, piasków gliniastych ze żwirem, glin piaszczystych próchnicznych przewarstwionych piaskiem średnim i glin piaszczystych próchnicznych ze żwirem przewarstwionych piaskiem gliniastym w stanie plastycznym (warstwa B2) pochodzenia lodowcowego.

Powierzchniową warstwę podłoża stanowią nasypy niekontrolowane składające się z mieszaniny humusu, piasku oraz kawałków cegieł i występujące do głębokości 0,8-1,0 m p.p.t.

Niezbędne do obliczeń statycznych parametry: gęstość objętościową (ρ), kąt tarcia wewnętrznego (ϕ_u), edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej (M_0), moduł odkształcenia pierwotnego (E_0) oraz wilgotność naturalną (w_n), wyznaczono w oparciu o tabele i wykresy zależności pomiędzy parametrami a cechą wiodącą zgodnie z PN-81/B-03020.

Parametry fizyczno-mechaniczne dla wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawiono w tabeli parametrów w załączniku nr 5, a wyniki analizy siłowej przedstawiono w załączniku nr 6.

Stwierdzono występowanie wody gruntowej o zwierciadle naporowym, ustabilizowanym na głębokości 2,1 m p.p.t. (120,00 m n.p.m.) w otworze nr 2. Zaobserwowano również sączenia wód gruntowych we wszystkich otworach na głębokościach odpowiednio 2,1 m p.p.t. (120,39 m n.p.m.) w otworze nr 1, 1,4 m p.p.t. (120,70 m n.p.m.) w otworze nr 2 oraz 1,4 m p.p.t. (120,20 m n.p.m.) w otworze nr 3.

Wnioski:

- 1) Podłoże gruntowe rozpoznano punktowo wykonując 3 odwierty do głębokości 3 m o łącznym metrażu 9,0 m oraz wykonano 1 sondowanie dynamiczne sondą DPL (SD-10).
- 2) W podłożu stwierdzono rodzime grunty pochodzenia wodnolodowcowego reprezentowane przez piaski średnie, piaski średnie przewarstwione piaskiem gliniastym, piaski średnie zaglinione i piaski średnie zaglinione ze żwirem oraz lodowcowe gliny piaszczyste, gliny piaszczyste przewarstwione piaskiem gliniastym, gliny piaszczyste próchniczne przewarstwione piaskiem średnim, gliny piaszczyste próchniczne ze żwirem przewarstwione piaskiem gliniastym oraz piaski gliniaste ze żwirem.
- 3) Powierzchniową warstwę gruntu stanowią nienośne nasypy niekontrolowane występujące do głębokości 0,8 – 1,0 m p.p.t.
- 4) Woda gruntowa o zwierciadle naporowym, stwierdzona w otworze nr 2, ustabilizowała się na głębokości 2,1 m p.p.t. (120,00 m n.p.m.). Sączenia, stwierdzono we wszystkich otworach na głębokościach 1,4 – 2,1 m p.p.t., co odpowiada rzędnym 120,20 – 120,70 m n.p.m. Zwierciadło wody gruntowej może ulegać wahaniom sezonowym o amplitudzie $\pm 0,7$ m od stanu stwierdzonego w trakcie badań terenowych.
- 5) Podłoże gruntowe cechuje zmienność litologiczna i genetyczna. Ze względu na występowanie nasypów niekontrolowanych warunki gruntowe panujące w podłożu należy uznać za złożone.

- 6) Grunty sypkie zgrupowane w warstwach IIa i IIb o stopniach zagęszczenia I_D z zakresu od 0,45 do 0,68 charakteryzują się odpowiednio bardzo dobrymi i dobrymi parametrami wytrzymałościowymi i nadają się do bezpośredniego posadowienia.
- 7) Grunty spoiste warstw B1 oraz B2 w stanach twardoplastycznych i plastycznych o stopniach plastyczności $I_L = 0,25$ oraz $I_L = 0,35$ charakteryzują się odpowiednio niskimi i bardzo niskimi wartościami parametrów wytrzymałościowych i nie zaleca się bezpośredniego posadowienia na nich obiektów budowlanych.
- 8) Warunki wodne panujące w podłożu określono jako dobre. Grunty spoiste warstwy geotechnicznej B1 charakteryzują się grupą nośności podłoża G2 oraz 4 klasą urabialności gruntu. Grunty spoiste warstwy geotechnicznej B2 charakteryzują się grupą nośności podłoża G3 oraz 4 kategorią urabialności gruntu. Grunty sypkie warstwy geotechnicznej IIa i IIb charakteryzują się grupą nośności podłoża G1 oraz 3 kategorią urabialności gruntu. Ze względu na znaczne zaglinienie piasków oraz liczne przewarstwienia piaskami gliniastymi przy pogorszeniu warunków wodnych sugeruje się zaliczenie tych gruntów do grupy nośności G2.
- 9) Projektowany ciąg pieszo-rowerowy klasyfikuje się do II kategorii geotechnicznej obiektów budowlanych, przy czym kategorię tą ostatecznie ustala projektant obiektu.
- 10) Nasypy niekontrolowane są gruntami nienośnymi i nie powinny stanowić podłoża budowlanego.
- 11) Rozpoznanie geologiczne wykonano punktowo i można się spodziewać, że warunki gruntowo-wodne w miejscach nie objętych rozpoznaniem geologicznym mogą się różnić od opisanych w niniejszej opinii.
- 12) Na etapie robót ziemnych zaleca się konsultacje i odbiory podłoża gruntowego przez uprawnionego geologa.
- 13) Głębokość strefy przemarzania gruntu wynosi 0,8 m p.p.t.

Załączniki:

Zał. nr 1	Plan sytuacyjny
Zał. nr 2	Objaśnienia symboli i znaków
Zał. nr 3.1 i 3.2	Karty dokumentacyjne otworów geotechnicznych
Zał. nr 4	Karty wyników badań sondą dynamiczną DPL (SD-10)
Zał. nr 5	Tabela parametrów fizyczno – mechanicznych gruntów
Zał. nr 6	Arkusze analizy siłowej

WYKAZ WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW

- Materiały dostarczone przez Zleceniodawcę,
- Wyniki badań terenowych i laboratoryjnych,
- WINNICKA G., 1985: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, skala 1: 50 000, arkusz Wrocław z objaśnieniami; Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. nr 0, poz. 463).
- WIŁUN Z., 2010: Zarys geotechniki; Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa.
- PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- PN-B-04452:2002 Grunty budowlane. Badania polowe.

OBJAŚNIENIA SYMBOLI I ZNAKÓW Symbole geotechniczne gruntów wg Normy PN-86/B-02480

<u>GRUNTY NASYPOWE</u>		<u>ZNAKI DODATKOWE DOT. OPISU GRUNTU</u>	
nB	nasyp budowlany	+	domieszki
nN	nasyp niekontrolowany	//	przewarstwienia
		/	wkładki
		()	dodatkowe określenia
		4	numer otworu
		112,70	rzędna otworu [m n.p.m.]
<u>GRUNTY ORGANICZNE RODZIME</u>			
XH	grunt próchniczny $2\% < I_{om} < 5\%$		
Nm	namuł $5\% < I_{om} < 30\%$		
T	torf $30\% < I_{om}$		
<u>GRUNTY MINERALNE RODZIME</u>		<u>STAN GRUNTU</u>	
	<i>nieskaliste</i>	∞	In luźny
KW	zwietrzelina	⊖	szg średnio zagęszczony
KWg	zwietrzelina gliniasta	⊕	zg zagęszczony
KR	rumosz		
KRg	rumosz gliniasty		
KO	otoczaki		
Ż	żwir		
Żg	żwir gliniasty		
Po	pospółka		
Pog	pospółka gliniasta		
Pr	piasek gruby		
Ps	piasek średni		
Pd	piasek drobny		
Pπ	piasek pylasty		
Pg	piasek gliniasty		
Π	pył		
Πp	pył piaszczysty		
Gp	głina piaszczysta		
G	głina		
Gπ	głina pylasta		
Gpz	głina piaszczysta zwięzła		
Gz	głina zwięzła		
Gπz	głina pylasta zwięzła		
Ip	il piaszczysty		
I	il		
Iπ	il pylasty		
	<i>skaliste</i>		
ST	skała twarda		
SM	skała miękka		
		<u>KONSYSTENCJA GRUNTU</u>	
		∅	zw zwarty
		○	pzw półzwarty
		●	tpl twardoplastyczny
		●	pl plastyczny
		●	mpl miękoplastyczny
		●	pl płynny
		<u>OZNACZENIA STANU GRUNTU</u>	
		I _D	stopień zagęszczenia
		I _L	stopień plastyczności
		<u>OZNACZENIA WODY GRUNTOWEJ</u>	
			nawiercony poziom wody
			ustabilizowany poziom wody
			sączenie
		⋮	mw grunty mało wilgotne
			w grunty wilgotne
			nw grunty nawodnione

<u>SYMBOLS GENETYCZNE</u>	
g	osady lodowcowe
gl	osady lodowcowo jeziorne (zastoiskowe)
fg	osady wodnolodowcowe (fluwioglacjalne)
pg	osady peryglacjalne
f	osady rzeczne
li	osady jeziorne (limniczne)
d	osady deluwialne (zboczowe)

np. fQh – holocenne osady rzeczne

<u>INNE OZNACZENIA</u>	
	numer warstwy geotechnicznej
	ustabilizowane zwierciadło wody gruntowej
	projektowany poziom posadowienia
— — — —	linia rozgraniczająca warstwy geotechniczne/geologiczno-inżynierskie

<u>SYMBOLS STRATYGRAFICZNE</u>			
Q	Czwartorzęd	P	Perm
Qh	Holocen	C	Karbon
Qp	Plejstocen	D	Dewon
Ng	Neogen	S	Sylur
Cr	Kreda	O	Ordowik
J	Jura	Cm	Kambr
T	Trias		

ZAWARTOŚĆ WĘGLANU WAPNIA CaCO₃ [%] (reakcja gruntu na skroplenie 20%-wym kwasem solnym)

<1	burzy się bardzo słabo lub wcale
1 – 3	burzy się słabo i krótko
3 – 5	burzy się intensywnie, lecz krótko
>5	burzy się intensywnie i długo

Usługi Geologiczne Wojciech Zawiślak			KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO Profil nr 1					Zał.Nr: 3.1				
								Wiertnica:				
Miejscowość: Wrocław Gmina: Wrocław Powiat: wrocławski Województwo: dolnośląskie			Objekt: ciąg pieszo rowerowy w ciągu ul. Mościckiego Zleceńodawca: KBH Inwestycje sp. z o.o. sp.k Wiercenie: Usługi Geol.Projektowe i Ochrony Środowiska Dozór geol.: mgr S. Pauś					System wiercenia: Ręcznie Rzędna: 122.49 m n.p.m. Skala 1 : 50 Data wiercenia: 2017-02-16				
Wiercenie	Głębokość zwierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Ilość walczkowań	Stan gruntu	ID	IL
1	2	3	4	5	6							
▼ 2.10		Nasypany				Nasyp niekontrolowany, brunatno-czarny (humus, kamienie, piasek średni, gruz ceglany)						0.38
		Nasyp										
		Czwartorzęd				Głina piaszczysta próchnicza ze żwirem, żółto-brązowa przewarstwiana piaskiem gliniastym	B2	w	4/4	pl		
		Czwartorzęd				Głina piaszczysta, szaro-brązowa z częściami organicznymi	B1	mw	3/3	tpl		
						Głina piaszczysta, szaro-żółta z częściami organicznymi przewarstwiona piaskiem średnim	B2	w	4/5	pl		
						Głina piaszczysta, szaro-żółta	B2	w	4/4	pl		
Profil nr: 2 Rzędna: 122.10 m n.p.m. Data wiercenia: 2017-02-16												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
▼ 1.40 ▼ 2.10 ▼ 2.3		Nasypany				Nasyp niekontrolowany, brunatno-czarny (humus, cz. organiczne, kamienie, przekrusz ceglany)						
		Nasyp										
		Czwartorzęd				Piasek średni zagliniony, szaro-żółty z domieszką żwiru	IIb	w		szg		0.46
		Czwartorzęd				Głina piaszczysta, szaro-żółta przewarstwiona piaskiem gliniastym	B1	mw	2/3	tpl		
						Piasek średni, żółty przewarstwiony piaskiem gliniastym	IIa	nw		szg		

Usługi Geologiczne Wojciech Zawiślak			KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO Profil nr 3					Zał.Nr: 3.2				
Miejscowość: Wrocław Gmina: Wrocław Powiat: wrocławski Województwo: dolnośląskie			Obiekt: ciąg pieszo rowerowy w ciągu ul. Mościckiego Zleceniodawca: KBH Inwestycje sp. z o.o. sp.k Wiercenie: Usługi Geol.Projektowe i Ochrony Środowiska Dozór geol.: mgr S. Pauś					System wiercenia: Ręcznie Rzędna: 121.60 m n.p.m. Skala 1 : 50 Data wiercenia: 2017-02-16				
Wiercenie	Głębokość zwierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Ilość wałeczków	Stan gruntu	ID	IL
	[m,p,p,t]		[m]		[m]							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
▼ 1.40		Nasyp				Nasyp niekontrolowany, brunatno-brązowy (humus, piasek średni, cz. organiczne)						
		Nasyp										
			-1.0		0.80	Piasek gliniasty ze żwirem, brązowo-szary	B2	w	1/2	pl		0.26
					1.20	Piasek średni, szaro-brązowy	IIb	w		szg	0.45	
					1.40							
		Czwartorzęd	-2.0			Gлина piaszczysta, szaro-żółta	B1	w	2/3	tpl		
		Czwartorzęd	-3.0		3.00							

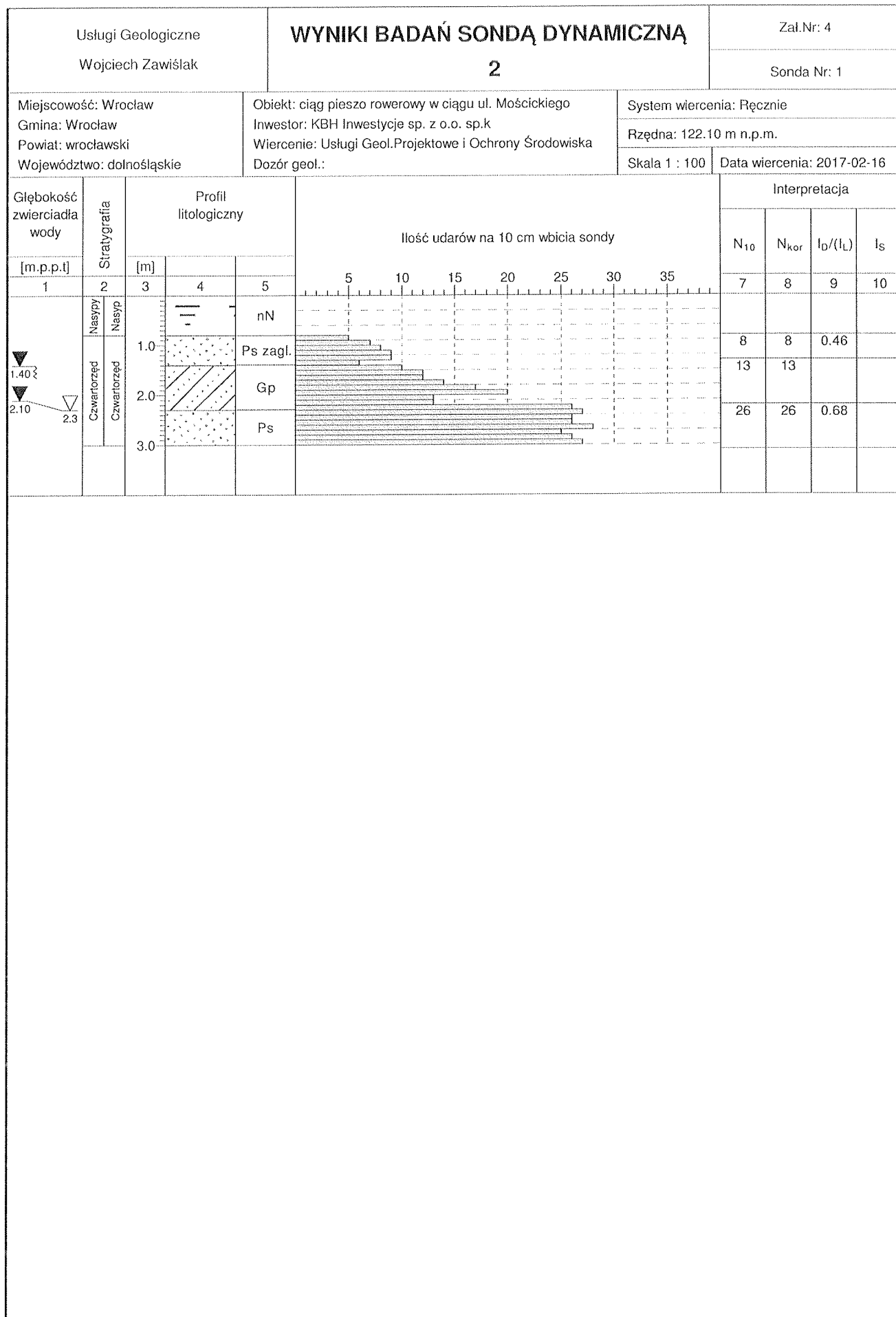


TABELA PARAMETRÓW FIZYCZNO-MECHANICZNYCH GRUNTÓW

OPINIA GEOTECHNICZNA

z rozpoznania warunków gruntowo-wodnych pod planowaną budowę ciągu pieszo-rowerowego
w ciągu ulicy Mościckiego, na odcinku od ul. Mandzurskiej do ul. Ziemiaczanej

OBJAŚNIENIA GEOLOGICZNE		PARAMETRY GEOTECHNICZNE wg PN-81/B-03020										wartości charakterystyczne współczynniki materiałowe wartości obliczeniowa wartości ustalona metodą A										wartości ustalona metodą B w - wilgotny nrw - nawodniony									
		Profil stratygiczny	Opis litologiczno - genetyczny	Warstwa geotechniczna	Symbol gruntu wg PN-86/B-02480	Grupa gruntów spójnych	Stan gruntu		Wilgotność naturalna w _n (n) %	Gęstość objętościowa ρ(n) [t/m ³]	Spójność c _u (n) [kPa]	Kąt tarcia wewnętrzny φ _u (n) [°]	Edometryczny moduł ściśliwości		Moduł odkształcenia		Współczynnik materiałowy dla naturalnych materiałów dla na ścinanie ν _u [kPa]	Współczynnik materiałowy dla pozostałych parametrów geotech. ν _u [°]													
							stopień zagęszczenia I _p	stopień plastyczności I _L					pławniwej M(n) [MPa]	wódnej E _s (n) [MPa]	pławniwej Mc(n) [MPa]	E _s (n) [MPa]			E _s (n) [MPa]												
Czwartorzęd	grunty antropogeniczne	nN	nN	-																											
	grunty lodowcowe	B1	Gp, Gp/Pg	B	-		0,25	17,0	2,10	29,7	17,3	32	-	24	-	1,1	0,9														
		B2	Gp, Pg+Ż, GpH//Ps, GpH+Ż//Pg	B	-		0,35	17,0	2,1	26,3	15,5	26	-	19	-	1,1	0,9														
	grunty wcdnolodowcowe	Ila	Ps//Pg	-	0,68	-	-	nw: 18,0	nw: 2,05	-	34,1	128	-	107	-	1,1	0,9														
		Ilb	Ps, Ps(g)+Ż	-	0,45	-	-	w: 14,0	w: 1,85	-	32,7	86	-	73	-	1,1	0,9														

opracował: M. Hofman



USŁUGI GEOLOGICZNO-PROJEKTOWE
I OCHRONY ŚRODOWISKA WOJCIECH ZAWISŁAK
(+48) 601 561 326, (+48) 71 373 43 46
biuro@geolog-zawislak.pl

Biurowo: ul. Góralska 46, 53-610 Wrocław
Faktury: ul. Celtycka 11/4, 54-153 Wrocław, NIP 894-101-16-84
Konto: 08 1090 2503 0000 0006 3000 0168

Załącznik nr 6

Wrocław, 28.02.2017 r.

OZNACZENIE SKŁADU GRANULOMETRYCZNEGO

(badanie przeprowadzono zgodnie ze specyfikacją techniczną PKN-CEN ISO/TS 17892-4:2009, metoda sitowa)

ANALIZA MAKROSKOPOWA

Nazwa gruntu: piasek średni zagliniony ze
żwirem

Zabarwienie: brązowy

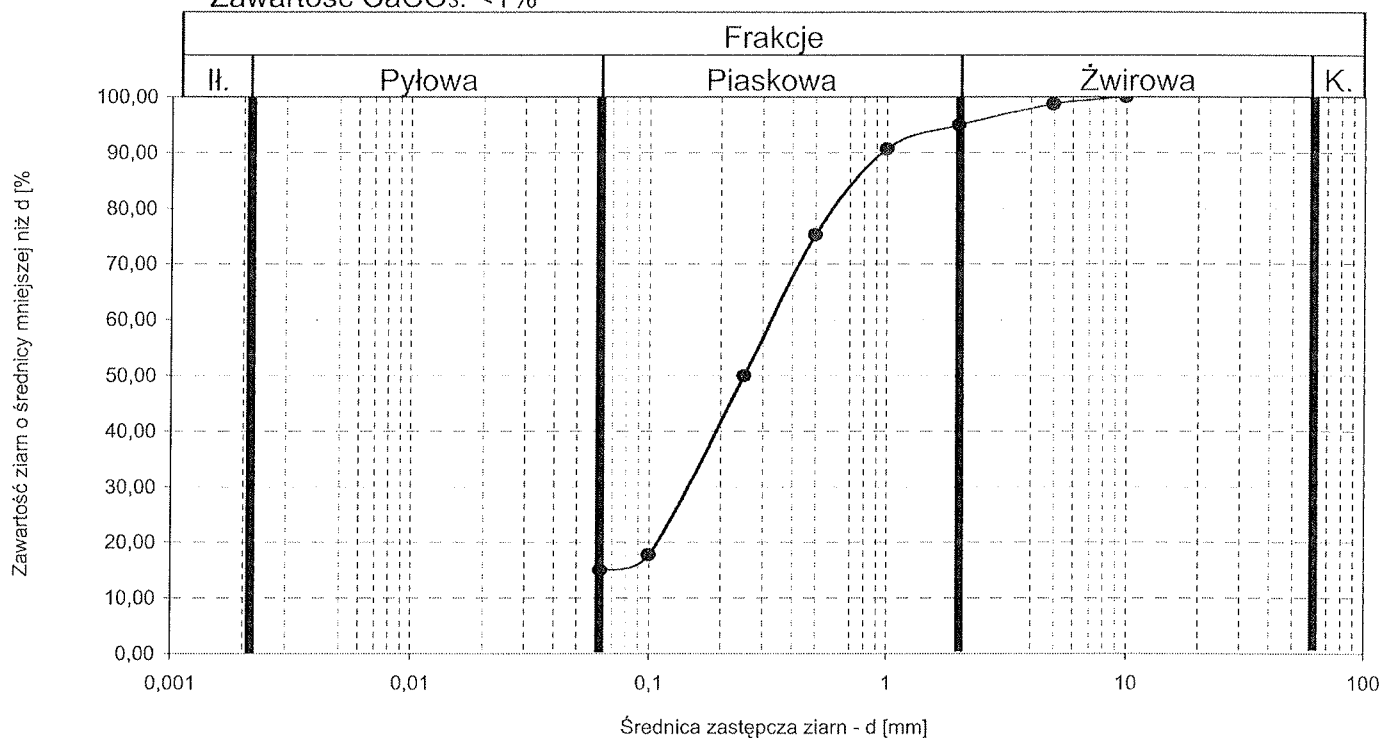
Wilgotność: wilgotny

Zawartość CaCO₃: <1%

Lokalizacja próbki: ul. Mościckiego

Otwór nr: 2

Głębokość: 1,0m



Analiza sitowa				Skład granulometryczny	
wymiar oczek	ciężar	zawartość	suma %	średnica ziaren	zawartość [%]
[mm]	[g]	[%]	[%]	>2mm	5,0
10,0	0,0	0,0	0,0	2,0-0,063mm	80,0
5,0	3,8	1,3	1,3	>0,5mm	24,8
2,0	10,4	3,7	5,0	>0,25mm	50,1
1,0	12,1	4,3	9,3	<0,063mm	14,9
0,50	43,7	15,5	24,8		
0,25	71,6	25,4	50,1		
0,1	90,8	32,2	82,3		
0,063	7,8	2,8	85,1		
<0,063	42,2	14,9	100,0		
Σ	282,4	100,0			

Współczynnik
wodoprzepuszczalności

$$k = 0,00011 \text{ m/s}$$

$$9,56 \text{ m/d}$$

Wskaźnik różnoziarnistości

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = -$$

nazwa gruntu: piasek średni zagliniony
ze żwirem

wykonał: lic. Łukasz Gawlas