

GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA
(sprawozdanie z badań wraz z oceną geotechniczną)
masztów oświetleniowych na stadionie POLONIA
przy ul. Sportowej 2 w Bydgoszczy

Zlecniodawca:

Urząd Miasta Bydgoszczy

Bydgoszcz, ul. Jezuicka 1

Umowa nr: WIM-272-103.2022

AUTOR	IMIĘ I NAZWISKO	DATA	PODPIS
1.	Mgr inż. Zbigniew Woźniowski <i>upr. geologiczne MOŚZNiL nr VII-1242</i>	2022.11.12	

SPIS TREŚCI

1. Podstawa opracowania	1
2. Materiały wykorzystane w opracowaniu	1
3. Lokalizacja i opis terenu	1
4. Warunki posadowienia masztów oświetleniowych.....	2
5. Warunki gruntowe i wodne	2
5.1. Stan rozpoznania podłoża gruntowego	2
5.2. Budowa geologiczna	2
5.3. Warunki wodne	3
6. Geotechniczna charakterystyka gruntów	3
7. Wnioski i zalecenia geotechniczne	5

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- Nr 1. Mapa z usytuowaniem masztów oświetleniowych** (dostarczona przez Zleceniodawcę).
- Nr 2. Oznaczenia na przekrojach geotechnicznych.**
- Nr 3. Profile gruntowe wykonanych wierceń i wyniki sondowań dynamicznych** (4 karty).

1. Podstawa opracowania

Przedmiotem opracowania jest zbadanie (ustalenie) geotechnicznych warunków posadowienia czterech słupów oświetleniowych nr 1-4 (wg załącznika 1) na stadionie „POLONIA” przy ul. Sportowej 2 w nawiązaniu do zamierzonej modernizacji oświetlenia stadionu, co wiąże się ze zwiększeniem obciążeń przekazywanych na podłoże gruntowe.

Niniejsze o opinię geotechniczną wykonano na zlecenie Urzędu Miasta Bydgoszczy, zgodnie z umową nr WIM-272-103.2022.

2. Materiały wykorzystane w opracowaniu

- [1] PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [2] PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli.
- [3] PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- [4] PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
- [5] PN-B-06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- [6] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [7] PN-EN 1997-1:2009 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [8] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. Dz. U. 2012 poz. 463.
- [9] Dokumentacja geotechniczna dla zadania: Budowa czterech masztów oświetleniowych na stadionie „Polonii” w Bydgoszczy. Autor dokumentacji: T.Andrzejewski, 1995.

3. Lokalizacja i opis terenu

Stadion usytuowany jest w centralnej części Bydgoszczy (gmina Bydgoszcz, powiat m. Bydgoszcz, województwo kujawsko-pomorskie), w kwartale wydzielonym ulicami: Sportowa, Powst. Wielkopolskich i M. Curie Skłodowskiej.

Powierzchnia terenu przed budową stadionu wykazywała łagodny spadek w kierunku południowym (w kierunku rzeki Brdy). Koronę stadionu usytuowano na rzędnej 48,0 m npm, co oznacza, że łączna miąższość nasypów od strony ul. Powstańców Wielkopolskich (maszty 3 i 4) wynosi ok. 3,8m, natomiast od strony ul. Curie-Skłodowskiej ok. 5,7 m.

Korona stadionu zagospodarowana jest infrastrukturą drogową wraz z silnym podziemnym uzbrojeniem energetycznym.

Geomorfologicznie teren inwestycji jest położony w Kotlinie Toruńskiej (315.35) będącej częścią Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej (315.3), na lewobrzeżnym średnim tarasie Brdy przepływającej od strony południowej w odległości około 800 m.

4. Warunki posadowienia masztów oświetleniowych

Maszty posadowiono w sposób bezpośredni na stopach fundamentowych o wymiarach w planie 4,40/4,40 m oraz głębokości ok. 1,85-1,90 m poniżej poziomu korony, tj. na rzędnej ok. 46,10 m npm (wg projektu opracowanego przez mgra inż. Jana Mądrego, 1995 r.).

Ze względu na wątpliwe warunki gruntowe wykazane dokumentacją [9] w poziomie posadowienia przewidziano dogęszczenie podłoża poprzez wbijanie tłucznia.

5. Warunki gruntowe i wodne

5.1. Stan rozpoznania podłoża gruntowego

Dla celów niniejszego opracowania wykonano w październiku 2022 r. wiertnicą mechaniczną H16G po jednym otworze wiertniczym dla każdego z masztów oświetleniowych (o głębokości do 6,0 m lub 7,5 m ppt.) wraz sondowaniami dynamicznymi sondą średnią SD-30 (DPM) podłoża gruntowego poniżej poziomu posadowienia fundamentów. Wyniki badań zestawiono tabelarycznie w załączniku 3. Otwory badawcze zlokalizowane były przy chodniku na koronie (załącznik 1), w odległości 0,20-0,40 m od prawej krawędzi fundamentu (patrząc z chodnika). Rzędna wysokościowa wylotów otworów badawczych - ok.48,0 m npm.

5.2. Budowa geologiczna

W podłożu gruntowym opiniowanego terenu zalegają utwory czwartorzędowe (holoceńskie i plejstocieńskie) i osady z neogenu (pliocenские i miocenские).

Holocen Qh reprezentowany jest przez grunty nasypowe niebudowlane (nN) o zróżnicowanej miąższości od ok. 3,8 m (w strefie północnej stadionu) do ok. 6,2 m (w strefie południowej). Grunty nasypowe trybun ziemnych stadionu zbudowane są z przemieszanych piasków próchnicznych i mineralnych, głównie średnich z wtrąceniami bryłek iłu i żużla. Ułożono je na gruntach organicznych (piasek próchniczny PsH o miąższości 0,30-0,70 m) zalegających przypowierzchniowo dawniej (co wychwycono w otworach nr 1 i 2). Poniżej nasypów zalegają utwory plejstocieńskie.

Plejstocen Qp reprezentowany jest przez utwory fluwioglacjalne, niespoiste, piaski mineralne o zróżnicowanych: uziarnieniu i miąższościach.

Neogen Tr₂ (wg dawnego podziału okresów geologicznych określany jako część Trzeciorzędu Trz) reprezentowany jest przez iły, których strop wykazuje zróżnicowanie morfologiczne (z lokalnymi obniżeniami lub wypiętrzeniami).

5.3. Warunki wodne

Wodę gruntową o lustrze swobodnym nawiercono jedynie w otworze nr 3 na głębokości 5,7 m (42,30 m npm). W otworach nr 2 i 4 stwierdzono sączenia wody na stropie łąw (w otworze nr 4 ustabilizowany słup wody na stropie łąw wynosił ok. 5 cm).

Występowanie wody gruntowej na ww. głębokościach nie ma istotnego znaczenia dla warunków posadowienia masztów.

6. Geotechniczna charakterystyka gruntów

Grunty występujące w dokumentowanym podłożu, na podstawie normy [1], zaliczono do nasypowych oraz rodzimych mineralnych, niespoistych i spoistych. Podziału dokonano na podstawie genezy, składu granulometrycznego i stanu gruntów. Wartości parametrów wiodących, tj. stopnia zagęszczenia I_D (sondą dynamiczną średnią DPM) i stopnia plastyczności I_L , ustalono na podstawie badań – metodą A, pozostałe parametry geotechniczne metodą B.

Grunty nasypów niebudowlanych (nN) - zbudowane są głównie z przemieszanych piasków próchnicznych i mineralnych (głównie średnich) z miejscowymi wtrąceniami bryłek łąw i żużla (a także śmieci budowlanych, np. fragmentów asfaltu). Grunty nasypowe są bardzo niejednorodne oraz znajdują się na ogół w stanie luźnym ($I_D \leq 0,33$) i bardzo luźnym ($I_D \leq 0,15$). Jedynie w otworze nr 2 wykazany badaniami stan zagęszczenia jest lepszy ($I_D = 0,35-0,45$), aczkolwiek nie można wykluczyć, że jest to wynikiem wtrąceń żużla i fragm. asfaltu. Ze względu na wtrącenia organiczne (humus) grunty nasypowe zaliczają się do wysadzinowych. **W istniejącym stanie grunty nasypów niebudowlanych nie nadają się do posadowienia bezpośredniego obiektów budowlanych**, m.in. ze względu na brak możliwości precyzyjnego określenia podstawowych parametrów geotechnicznych. Orientacyjnie podaje się następujące ich wartości (przy $\gamma_m = 1 \pm 0,2$):

$$\rho^{(n)} = 1,50 \text{ t/m}^3, \Phi_u^{(n)} \approx 28,0^\circ, M_o^{(n)} \approx 20,0 \text{ MPa}.$$

Należy mieć na uwadze, że grunty nasypowe w stanie luźnym mogą ulegać zróżnicowanemu przestrzennie i nie poddającemu się klasyfikacji dogęszczaniu (w następstwie np. oddziaływań dynamicznych i przepływu wód opadowych) i związanemu z tym nierównomiernemu osiadaniu.

W przypadku masztów nr 1, 3 i 4 w poziomie posadowienia wierceniami potwierdzono (zgodnie z projektem fundamentowania) występowanie ok.

0,30 m warstwy podłoża niespoistego stabilizowanego wbijanym tłuczniem wapiennym.

Poniżej poziomu zalegania gruntów nasypowych wydzielono dwie warstwy geotechniczne:

Rodzime grunty niespoiste - występujące w stanie średnio zagęszczonym, składające się z piasków drobnych Pd, średnich Ps i grubych Pr, nadających się do bezpośredniego posadowienia. Do projektowania proponuje się przyjąć stopień zagęszczenia $I_D = 0,50$ przy $\gamma_m = 1 \pm 0,1$. Wartości parametrów geotechnicznych:

$$\rho^{(n)} = 1,75 \text{ t/m}^3, \Phi_u^{(n)} = 30,5^\circ, M_o^{(n)} = 63,0 \text{ MPa}.$$

Rodzime grunty spoiste - reprezentowane przez łył plicieńskie (grupa D – łył, niezależnie od pochodzenia geologicznego) w stanie twaroplastycznym. łył są gruntami bardzo wrażliwymi na przemarzanie i wg PN-81/B-03020 [3] zaliczane są do gruntów wysadzinowych. Zalegające w podłożu łył charakteryzują się dużą różnorodnością i wysokimi wartościami granic płynności ($w_L \geq 60\%$) oraz wskaźników plastyczności ($I_p \geq 50\%$). Klasyfikacja ekspansywności polskich gruntów określa, że łył o $w_L > 60\%$ i $I_p > 40\%$ zaliczane są do bardzo ekspansywnych, których cechą charakterystyczną jest zdolność do znacznych zmian objętości w następstwie zmian wilgotnościowych, jakim mogą być poddawane (ze wzrostem wilgotności łył pęcznieją, natomiast przy przesuszaniu ulegają skurczowi). łył zalegające w podłożu w stanie naturalnym charakteryzują się stosunkowo dużą wytrzymałością oraz małą ściśliwością. łył zalegają kilka metrów pod wodą, stąd też nie występuje zagrożenie zmiany ich wilgotności i wystąpienia procesów ekspansywnych. Wyniki badań laboratoryjnych łył zestawiono poniżej w tablicy 1. Do projektowania proponuje się przyjąć stopień plastyczności $I_L = 0,05$ i $\gamma_m = 1 \pm 0,2$. Wartości parametrów geotechnicznych:

$$\rho^{(n)} = 1,90 \text{ t/m}^3, \Phi_u^{(n)} = 12,3^\circ, c_u^{(n)} = 57,0 \text{ kPa}, M_o^{(n)} = 35,0 \text{ MPa}.$$

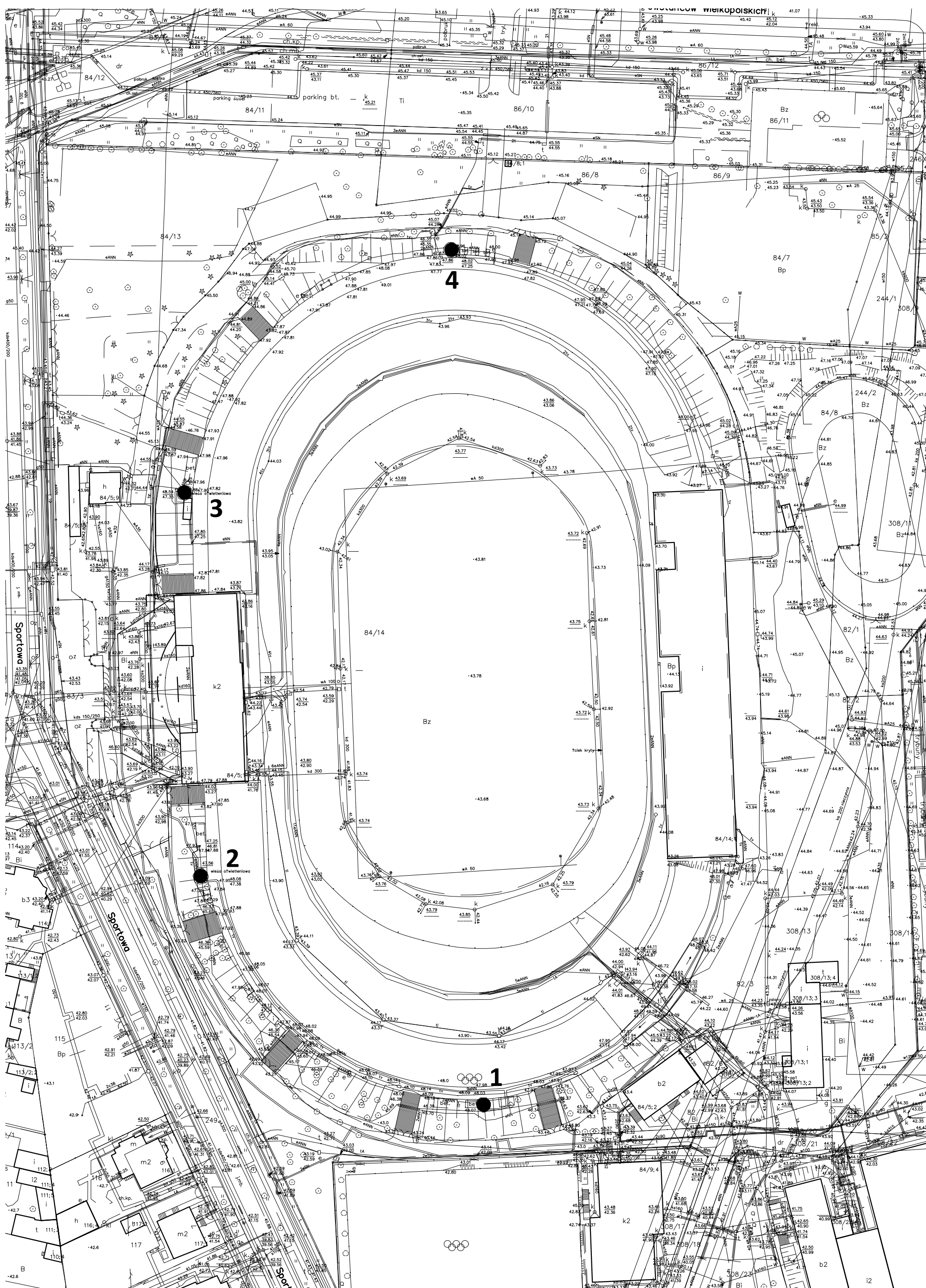
Tablica 1. Wyniki badań laboratoryjnych próbek łył

Nr masztu	Głębokość [m] p.p.t.	w_n [%]	w_p [%]	I_L [1]	Stan gruntu	Nazwa gruntu
2	7,2	32,8	28,9	0,05	tpl	I
4	5,5	29,4	26,7	0,04	tpl	I

7. Wnioski i zalecenia geotechniczne

1. Podłoże gruntowe posadowienia fundamentów masztów oświetleniowych na stadionie POLONIA budują grunty nasypowe trybun ziemnych, które ze względu na zróżnicowanie składu a nade wszystko luźny stan zagęszczenia, nie nadają się do posadowienia bezpośredniego. Nasypy kwalifikują się jako niebudowlane a ich miąższość wynosi od ok. 3,8 m (w strefie północnej stadionu) do ok. 6,2 m (w strefie południowej). Wykonane powierzchniowe (płytkie) dogęszczenie nasypów poprzez wbijanie tłucznia w poziomie posadowienia fundamentów masztów nie mogło stanowić (i faktycznie nie stanowiło) istotnej poprawy złego stanu podłoża stwierdzonego badaniami [9].
2. Podłoże rodzime pod nasypami budują grunty niespoiste - piaski i spoiste - ły o dobrych parametrach geotechnicznych. Woda gruntowa pojawia się lokalnie na stropie łąw na głębokościach nie mających istotnego znaczenia dla posadowienia masztów.
3. Realizację budowy masztów na słabo zagęszczonym nasypie niebudowlanym (podłożu niepewnym) można uznać za niezgodną z zasadami sztuki budowlanej i zarazem ryzykowną. Tym bardziej ryzykowne będzie dalsze dociążanie masztów związane z modernizacją oświetlenia stadionu.
4. Ze względów bezpieczeństwa luźne podłoże gruntowe w strefie posadowienia fundamentów masztów oświetleniowych na stadionie POLONIA wymaga poprawy – wzmocnienia. W istniejących warunkach najprościej można to uzyskać poprzez zastosowanie iniekcji cementowej (np. z wykorzystaniem technologii stosowanej przy mikropalach). Iniekcja powinna objąć strefę wokół i pod fundamentem na pełną głębokość zalegania luźnych nasypów. Możliwe jest także zastosowanie technologii jet-grouting.

Bydgoszcz, 12.11.2022 r.



Legenda:

● **1 - 4** maszty oświetleniowe

Uwaga:

Lokalizacja otworów wiertniczych zgodnie z opisem geotechnicznym [5.1]

MAPA Z USYTUOWANIEM
MASZTÓW OŚWIETLENIOWYCH
1:1000
Stadion POLONIA, ul. Sportowa 2, Bydgoszcz
ZAŁĄCZNIK 1

OBJAŚNIENIA SYMBOLI I ZNAKÓW UŻYTYCH NA PRZEKROJACH

Symbolle geotechniczne gruntów wg normy
PN-86/B-02480

OPIS WYROBISKA

GRUNTY NASYPOWE

nB nasyp budowlany nN nasyp niekontrolowany

GRUNTY ORGANICZNE RODZIME

H grunt próchniczny T torf
Nmp namuł piaszczysty WK węgiel kamienny
Nmg namuł gliniasty WB węgiel brunatny
Gy gytia

GRUNTY MINERALNE RODZIME
(NIESKALISTE)

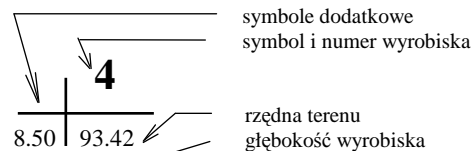
KW	wietrzelnia	kamieniste
Kwg	wietrzelnia gliniasta	
KR	rumosz	
Krg	rumosz gliniasty	gruboziarniste
KO,K	otoczaki, kamienie	
Ż	żwir	
Żg	żwir gliniasty	drobnoziarniste, nie-spoiste
Po	pospółka	
Pog	pospółka gliniasta	
Pr	piasek gruby	drobnoziarniste, spoiste
Ps	piasek średni	
Pd	piasek drobny	
P π	piasek pylasty	
Pg	piasek gliniasty	
π p	pył piaszczysty	
π	pył	
Gp	glina piaszczysta	
G	glina	
G π	glina pylasta	
Gpz	glina piaszczysta zwięzła	drobnoziarniste, spoiste
Gz	glina zwięzła	
G π z	glina pylasta zwięzła	
I π	il piaszczysty	
I	il	drobnoziarniste, spoiste
I π	il pylasty	

GRUNTY SKALISTE

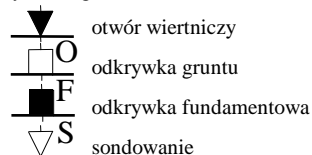
ST skała twarda SM skała miękka

ZNAKI DODATKOWE DOTYCZĄCE
OPISU GRUNTÓW

+ domieszki gc gruz ceglany
// przewarstwienia (wkładki) gb gruz betonowy
/ na pograniczu ok odpady komunalne
Ko grunt czwartorzędowy żł żużel
skonsolidowany lodowcem k korzenie
() w nawiasie określenia uzupełniające dotyczące składu nasypu,
rodzaju gruntów organicznych, petrografii skał
(N) dodatkowy symbol przy opisie rodzaju gruntu drobnoziarnistego
spoiстого określonego według klasyfikacji opartej
o powierzchnię właściwą S



Symbolle graficzne i literowe

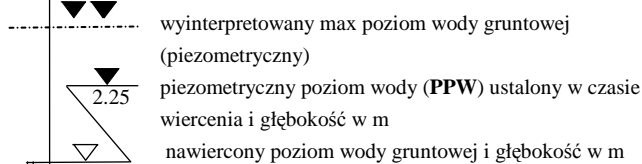


Symbolle dodatkowe

A wyrobisko archiwalne
SL rodzaj sondowania

OPRÓBOWANIE

próbka o naturalnym uziarnieniu (NU)
próbka o naturalnej strukturze (NNS)
próbka o naturalnej wilgotności (NW)
próbka wody gruntowej (WG)

OZNACZENIE WODY
W WIERCENIU

grunt nawodniony

grunt mokry

sączenie wody

OZNACZENIE RODZAJU
BADAŃ I SONDOWAŃ

penetrometr tłoczkowy (PP)
ścinarka obrotowa (TV)
sonda cylindryczna (SPT)
sonda ścinająca obrotowa (VT)
badania presjometrem (P)

rodzaj sondowania i strefa badania sondą:

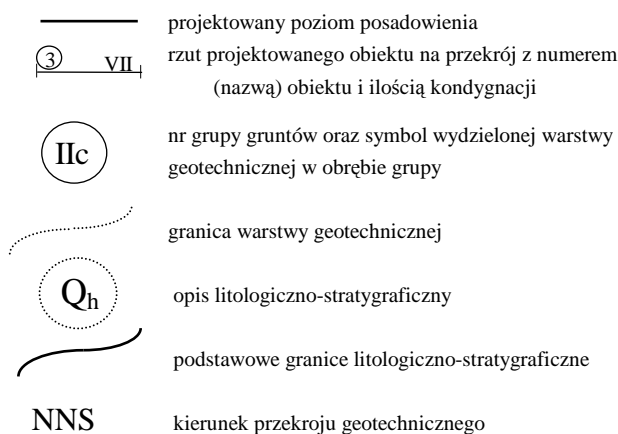
ZW - udarowo obrotowa
SL - lekka wbijana
SW - wciskana
SC - ciężka wbijana
ST - wkręcana

głębokość wiercenia

OZNACZENIE STANU GRUNTU

$I_D = 0.55$ - stopień zagęszczenia
 $I_L = 0.20$ - stopień plastyczności

INNE OZNACZENIA



Rodzaj gruntu, stan, barwa	Woda gruntowa	Głębokość [m] p.p.t.	Liczba odbić (sonda DPM)	Stopień zagęszcz. I _D	Uwagi
nN, szg/ln (H, Ps + bryłki I) brunatno-szara	Ślady ≈ ≈ sąceń	0,10		≈ 0,30	Rz. terenu 48,0 m npm
		0,20			
		0,30			
		0,40			
		0,50			
		0,60			
		0,70			
		0,80			
		0,90			
		1,00			
		1,10			
		1,20			
		1,30			
		1,40			
		1,50			
		1,60			
		1,70			
		1,80			
		1,90			
		2,00			
		2,10			
		2,20	2		
		2,30	2		
		2,40	2		
		2,50	3		
		2,60	3		
		2,70	3		
		2,80	3		
		2,90	2		
		3,00	3		
		3,10	3		
3,20		3			
3,30		4			
3,40		4			
3,50		4			
3,60		3			
3,70		4			
3,80		5			
3,90		4			
4,00		5			
4,10		7			
4,20		5			
4,30		5			
4,40		5			
4,50		2			
4,60		2			
4,70		1			
4,80		1			
4,90		1			
5,00		1			
5,10		2			
5,20		2			
5,30		1			
5,40		1			
5,50		1			
5,60		1			
5,70		2			
5,80		2			
5,90		3			
6,00		10			
6,10		11			
6,20		9			
6,30		6			
6,40		5			
6,50		5			
6,60		6			
6,70		5			
6,80		5			
6,90		6			
7,00		5			
7,10					
7,20					
7,30					
7,40					
7,50					

Rodzaj gruntu, stan, barwa	Woda gruntowa	Głębokość [m] p.p.t.	Liczba odbić (sonda DPM)	Stopień zagęszcz. I _D	Uwagi			
nN, ln (H, Ps) brunatna Poziom posadowienia ~1,85 m		0,10		≈ 0,30	Rz. terenu 48,0 m npm			
		0,20						
		0,30						
		0,40						
		0,50						
		0,60						
		0,70						
		0,80						
		0,90						
		1,00						
		1,10						
		1,20						
		1,30						
		1,40						
		1,50						
		1,60						
		1,70						
1,80								
nB, zg (Ps+tłuczeń wapienny, ch.beton) szara		1,90		≈ 0,70	Nasyp budowlany			
		2,00						
nN, ln (H, Ps, bryłki ilu) czarno-brunatna		2,10		0,25	Nasyp niebudowlany (grunty antropogeniczne)			
		2,20	2					
		2,30	1					
		2,40	1					
		2,50	2					
		2,60	1					
		2,70	1					
2,80		3						
2,90		2						
nN, ln (H, żł, Ps) czarna		3,00	2			0,60	Rodzime piaski wodno- lodowcowe, plejstocen	
		3,10	2					
		3,20	1					
		3,30	1					
	3,40	1						
	3,50	1						
	3,60	1						
Pd, szg żółto-brązowa	3,70	3	0,60	Rodzime piaski wodno- lodowcowe, plejstocen				
	3,80	10						
	3,90	12						
	4,00	11						
	4,10	10						
	4,20							
	4,30							
	4,40							
	4,50							
	4,60							
	4,70							
	4,80							
	4,90							
	5,00							
	Ps, szg żółto-brązowa	5,10				Rodzime piaski wodno- lodowcowe, plejstocen		
5,20								
5,30								
5,40								
5,50								
	5,60							Rodzime piaski wodno- lodowcowe, plejstocen
	5,70							
	5,80							
	5,90							
	6,00							

