Instytut Techniki Budowlanej

00-611 Warszawa, ul. Filtrowa 1, tel. 825-04-71, fax 825-52-86

Opinia geotechniczna
dla podłoża gruntowego i posadzki w hali „Syrena” na terenie ITB, lokalizacja ul. Ksawerów 21 w Warszawie.

……../18/Z00 NZK

WARSZAWA sierpień 2018

INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ
00-611 Warszawa, ul. Filtrowa 1

Skrytka pocztowa 998
Telefony: Dyrektor - 825-13-03
Centrala - 825-04-71

ZAKŁAD KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH, GEOTECHNIKI I BETONU

Tytuł pracy: Opinia geotechniczna dla podłoża gruntowego i posadzki w hali „Syrena" na terenie ITB, lokalizacja ul. Ksawerów 21 w Warszawie.

Nr pracy usługowej: zlecenie wewnętrzne w **NZK**

Wykonawcy:

Zespół w składzie:

dr inż. Tomasz Godlewski
upr. bud. Nr MAZ/0229/WBKb/16
certyfikat PKG nr 0235
upr. geol. VI-0397

mgr inż. Damian Kłobukowski
mgr Monika Niemyjska
mgr inż. Zbigniew Fedorczyk
Krzysztof Dąbrowski
Adam Jurkowski
Daniel Maj

Zatwierdził: dr inż. Artur Piekarczuk

Warszawa, sierpień 2018r.

Spis treści:

1 Wstęp 3

2 Cel i zakres prac 3

3 Charakterystyka terenu oraz obiektu badań 3

4 Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne 4

5 Zakres wykonanych prac 5

5.1 Odkrywki 5

5.2 Sondowania dynamiczne 6

5.3 Wiercenia geotechniczne 6

5.1 Badania laboratoryjne 7

5.1.1 Badania wytrzymałościowe posadzki 7

5.1.2 Badania podbudowy i podłoża gruntowego 9

6 Ocena konstrukcji posadzki i geotechniczna charakterystyka warunków podłoża 11

6.1 Geotechniczne warunki posadowienia 11

6.2 Ocena warstw posadzki 12

7 Propozycja naprawy 12

8 Wnioski i zalecenia 14

Załączniki:

1. Mapa dokumentacyjna (rzut posadzki) w skali 1: 100.
2. Szkic konstrukcji posadzki hali
3. Karty otworów geotechnicznych
4. Karty sondowań dynamicznych
5. Dokumentacja fotograficzna

1 Wstęp

Niniejsze opracowanie stanowi sprawozdanie z wykonanych badań wraz z oceną wytrzymałości istniejącej posadzki oraz stanu podbudowy i warunków w podłożu, wykonane w ramach zlecenia wewnętrznego w ITB, dla potrzeb zagospodarowania istniejącej hali (tzw. hala Syrena) na potrzeby instalacji stanowiska badawczego dla Zakładu NZM - komory klimatycznej do badań cieplno-wilgotnościowych systemów ociepleń i innych rozwiązań elewacyjnych.

Podstawę opracowania stanowią:

[1] Wizja lokalna terenu oraz badania geotechniczne.
[2] PN-EN 1997-1 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne.
[3] PN-EN 1997-2 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie.
[4] PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.
[5] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia, Dz. U. poz 463.
[6] Lech Wysokiński, W. Kotlicki, T. Godlewski - Projektowanie geotechniczne wg Eurokodu 7, poradnik. ITB 2011.
[7] Włodzimierz Starosolski – Konstrukcje żelbetowe wg Eurokodu 2 i norm związanych. PWN 2012.
[8] Piotr Hajduk – Projektowanie podłóg przemysłowych, PWN 2013.
[9] G. Lohmeyer, K. Ebeling, Betonböden im Industriebau. Hallen- und Freiflachen, Herausbeber Budesverband der Deutschen Zementindustrie, Köln 1999.
[10] Wymagania instalacyjne dotyczące instalacji komory do badań cieplno-wilgotnościowych – TO-250-12TA/18 – materiały dostawcy urządzeń, 07.09.2018 r.

2 Cel i zakres prac

Celem opracowania jest charakterystyka warunków podłoża gruntowego, podbudowy i posadzki w hali „Syrena” znajdującą się na terenie ITB w lokalizacji Ksawerów 21 w Warszawie. Badania przeprowadzono dla całego obiektu w zakresie podłoża i warstw istniejącej posadzki. Opracowanie nie obejmowało oceny fundamentów i konstrukcji hali i do nich się nie odnosi.

3 Charakterystyka terenu oraz obiektu badań

Analizowany obiekt znajduje się na terenie Instytutu Techniki Budowlanej przy ul. Ksawerów 21 w Warszawie, w części zachodniej działki. Obecnie jest to budynek użytkowany

przez Zakład Inżynierii Elementów Budowlanych, Laboratorium Inżynierii Elementów Budowlanych.

Geomorfologicznie obszar badań znajduje się na wysoczyźnie polodowcowej. Powierzchnia terenu jest obecnie zagospodarowana poprzez obiekty, drogi i place ITB, nie wykazuje większych deniwelacji (<0,4 m), rzędne wahają się w granicach 108,0÷108,5 m n. p. m.

Hala, w której znajduje się analizowana posadzka jest powiązana z (przejście wewnętrzne) z budynkiem S/S1, ma całkowity wymiar w planie ok. 7,5 x 25,0 m. Wymiary posadzki wewnątrz to 6,5 x 24,0 m. Jak wykazały własne pomiary niwelacyjne posadzka wykazuje niewielki spadek (różnica ok. 1 cm na długości hali) w kierunku północnym (brama wjazdowa). W części południowej na wysokości bramy wewnętrznej jest wykonana pochylnia w celu niwelacji różnicy poziomów z halą główną budynku (zał. 1).

Posadzka w części południowej (do dylatacji – ok. 6 m od ściany południowej) jest w dobrym stanie (brak widocznych rys, jedynie odpryski i ubytki warstwy wierzchniej, ścieralnej). W pozostałej części na posadzce widoczne jest więcej uszkodzeń, powierzchnia jest nierówna i nosi ślady licznych pęknięć.

Z uwagi na brak materiałów archiwalnych oraz ciągłych pomiarów geodezyjnych analizowanych elementów nie jest możliwe określenie momentu pojawienia się uszkodzeń, ani dynamiki ich ewentualnej propagacji.

4 Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

Przeprowadzone badania geotechniczne pozwoliły na rozpoznanie budowy geologicznej oraz określenie stanu podłoża i podbudowy.

Na powierzchni terenu występują antropogeniczne nasypy złożone z piasków średnich, pylastych i zaglinionych z licznymi okruchami gruzu. W oparciu o dane archiwalne w podłożu hali pod nasypami występują generalnie utwory glacjalne. Są to miejscami cienkie pokrywy rezydualne plejstoceńskich pyłów lessopodobnych leżące na miąższym pakiecie glin zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (zl. środkowopolskie). Litologicznie są to piaski gliniaste i gliny piaszczyste z przewarstwieniami piasków. Osady te na analizowanym obszarze wg danych archiwalnych występują do głębokości ok. 18-20,0 m p.p.t.

Na analizowanym terenie pierwsze ciągłe zwierciadło wód gruntowych występuje w utworach piaszczystych pod glinami (gł. ok. 18 m p.p.t.). Zwierciadło to ma charakter

napięty. W okresie intensywnych opadów może pojawiać okresowo zwierciadło wody w obrębie piaszczystych nasypów i pyłów, nad glinami). Z punktu widzenia analizowanego problemu (podłoże i podbudowa posadzki hali) należy stwierdzić, że w zakresie rozpoznania (ok. 3 m p.p.p. - poniżej poziomu posadzki) wody gruntowej nie stwierdzono.

5 Zakres wykonanych prac

Na analizowanym terenie (zał.1) wykonano badania w celu ustalenia konstrukcji posadzki oraz warstw podbudowy i podłoża. Badania obejmowały:

- odkrywki w postaci przewiertów z poborem rdzeni,
- sondowania dynamiczne DPL do maksymalnej głębokości 3 m p. p. p.,
- otwory geotechniczne do głębokości 3 m p.p.p,
- badania laboratoryjne w zakresie:
    - oceny wytrzymałości warstw konstrukcyjnych posadzki – wytrzymałość na ściskanie,
    - badań podstawowych gruntu (analiza makroskopowa, wilgotność).

Wykonane badania miały na celu ustalenie stanu posadzki i podbudowy oraz warunków geotechnicznych w podłożu.

5.1 Odkrywki

Warstwy konstrukcyjne posadzki w hali określono na podstawie przewiertów rdzeniowych o średnicy 100 mm wykonanych z poziomu posadzki (pkt. 1÷5). Na podstawie pobranych rdzeni ustalono, że na posadzkę analizowanej hali składa się:

- warstwa wierzchnia, ścieralna – ok. 2÷3 mm powłoka malarska, impregnująca;
- wylewka górna – ok. 40÷60 mm (za wyjątkiem pkt. 1) – zaprawa cementowa;
- ok. 130÷160 mm płyty posadzki betonowej, niezbrojonej (nie stwierdzono w pobranych rdzeniach);
- poniżej miejscami występowała warstwa ok. 50÷100 mm piaszczystego betonu podkładowego,
- podbudowę stanowi nasyp gruzowo-ceglany, zalany betonem, niżej zmieszany z piaskiem pylastym w stanie rozluźnionym.

Do dylatacji od strony południowej (ok. 6 m od ściany szczytowej) nie stwierdzono występowania wylewki z zaprawy cementowej (pkt. 1). W pozostałej części hali warstwa ta

wyraźnie oddzielała się od warstwy betonowej. Stwierdzone uszkodzenia w postaci rys i spękań występowały w warstwie wylewki górnej nie kontynuując się głębiej.

Szczegółowy opisany układ warstw posadzki hali pokazano na schematach w zał. 2 oraz udokumentowano i pokazano w dokumentacji fotograficznej (zał. 5, fot. 1÷5).

5.2 Sondowania dynamiczne

Wykonano 4 badania sondą dynamiczną DPL do maksymalnej głębokości 3 m p.p.t., łącznie wykonano ok. 11 mb sondowań dynamicznych. Metoda badania polega na określeniu oporu, jaki stawia grunt przy dynamicznym zagłębianiu końcówki sondy. W przypadku sondy DPL masa młota wynosi 10 kg. Badania wykonano zgodnie z procedurami badawczymi podanymi w normie [4]. Z wyników sondowań na podstawie korelacji i nomogramów określono stopień zagęszczenia (I_D). W zakresie wyników uzyskanych dla nasypu gruzowo-ceglanego należy je traktować w kategorii oceny jakościowej.

Sondowania wykonano w otworach po uprzednim przewierceniu warstw konstrukcyjnych o miąższości ok. 20-30 cm w punktach 1, 3, 5, 6[1] (patrz zał. 1 i zał. 4) z poziomu poniżej posadzki. W każdym z przewiertów, poniżej poziomu warstw konstrukcyjnych stwierdzono rozluźniony nasyp (w pkt. 1 nawet pustki) do głębokości ok. 1 m p.p.p.. Znajdująca się głębiej warstwa nasypów i podłoża (piaski) znajdowała się w stanie średniozagęszczonym do zagęszczonego (miejscami zwiększone ilości uderzeń wynikały z występowania okruchów gruzu i cegieł). Na głębokości około 2 m poniżej poziomu posadzki w sondowaniu w pkt. 1 natrafiono na warstwę prawdopodobnie dawnego fundamentu. Lokalizacje badań przedstawiono na załączniku nr 1. Karty z wynikami badań zawiera zał. 4.

5.3 Wiercenia geotechniczne

W ramach rozpoznania podłoża wykonano 3 wiercenia geotechniczne do głębokości 3 m, łącznie wykonano 11 mb wierceń ręcznych (w pkt. nr 1 podjęto nawet próbę wiercenia mechanicznego z uwagi na przeszkodę – bez powodzenia). Wykonane badania wykazały, że warstwę podbudowy pod posadzką stanowi niekontrolowany nasyp piaszczysto-gruzowo-ceglany, lokalnie zagliniony i z domieszkami części organicznych (w pkt. 3) jako pozostałość dawnego poziomu glebowego. Podłoże rodzime (piaski pylaste, zaglinione) występuje na

[1] Wykorzystano otwór po istniejącym już przewiercie

głębokości od 1,9 do 2,9 m p.p.p.. Lokalizacje wierceń przedstawiono w załączniku nr 1, wyniki w postaci kart otworów w załączniku nr 3.

5.1 Badania laboratoryjne

5.1.1 Badania wytrzymałościowe posadzki

Przeprowadzone badania ze względu na trudności w poborze próbek maja charakter orientacyjny a uzyskane wyniki badań wytrzymałości na ściskanie pozwalają jedynie na oszacowanie jakości i obecnego stanu posadzki. Badania jednoosiowego ściskania wykonano dla przyciętych próbek posadzki betonowej (rdzeń betonowy) oraz dodatkowo dla samej wylewki, która oddzielała się przy pobieraniu. Wyniki pokazano w tab. 1.

Makroskopowo beton charakteryzował się strukturą mało zwartą, porowatą z oznakami „bleedingu”. Nie stwierdzono oznak sedymentacji, ale składniki betonu nie były wymieszane równomiernie. Beton został wykonany z wykorzystaniem niejednorodnego żwirowego kruszywa kwarcowo-granitoidowo-piaskowcowego do 31,5 mm, piasku kwarcowego i cementu. W kruszywie grubym stwierdzono pojedyncze ziarna węglanowe. Ponieważ posadzkę wylewano prawdopodobnie na podbudowę wykonaną z nasypu ceglano-gruzowego, w dolnych partiach pobranych rdzeni stwierdzono udział gruzu i całych cegieł (próbki nr 3 i 5).

Do oszacowania klasy betonu z pobranych próbek, po przygotowaniu poprzez cięcie i szlifowanie, wykonano badania wytrzymałości na ściskanie uzyskując wynik (dla próbek miarodajnych) w przedziale 16,3÷30,7 MPa, średnio ok. 23 MPa. Określono też gęstość betonu w stanie powietrzno-suchym, która wyniosła średnio 2186 kg/m^3.

Warstwa wylewki makroskopowa wykazuje strukturę jednorodną, ziarnistą, o charakterze zaprawy cementowej (brak kruszywa). Uzyskane wyniki wytrzymałości dla warstwy wylewki są zawyżone, należy je zredukować z uwagi na wysokość próbki. Średnią szacowaną wytrzymałość określono na poziomie ~16 MPa. Gęstość wylewki wyniosła średnio 1966 kg/m^3.

Tab. 1. Zestawienie wyników badań wytrzymałościowych

Nr pkt.	rodzaj próbki	wymiary					masa,	Fc	gęstość	wytrz. na ściskanie	uwagi
		d1/2h	d1/4h	h1	h2	h3					
		mm	mm	mm	mm	mm	g	kN	kg/m3	MPa	
1	rdzeń betonowy	98,34 98,29	98,37 98,33	99,30	99,54	100,04	1747,73	233	2311	**30,7**	-
2	rdzeń betonowy	98,50 98,56	98,78 98,30	84,30	84,25	84,60	1370,40	171	2131	**22,4**	konieczna redukcja wytrzymałości ze względu na nienormową wysokość próbki
2	wylewka	97,90	97,90	30,00	29,80	30,00	445,47	194	1978	25,8	konieczna redukcja wytrzymałości ze względu na nienormową wysokość próbki
3	rdzeń betonowy	98,06 98,11	98,09 98,11	44,87	45,15	44,93	700,23	184	2061	24,4	konieczna redukcja wytrzymałości ze względu na nienormową wysokość próbki większość rdzenia to cegła, wynik niemiarodajny
3	wylewka	98,55 98,49	98,22 98,31	58,38	58,55	58,79	816,00	290	1833	38,1	konieczna redukcja wytrzymałości ze względu na nienormową wysokość próbki
4	wylewka	98,23	98,23	39,20	39,05	39,03	580,65	110	1961	14,5	konieczna redukcja wytrzymałości ze względu na nienormową wysokość próbki
4	rdzeń betonowy	98,31	98,32	87,25	88,05	88,11	1411,34	124	2118	**16,3**	konieczna redukcja wytrzymałości ze względu na nienormową wysokość próbki
5	wylewka	98,00	98,23	63,93	63,90	63,67	1009,58	212	2093	28,1	konieczna redukcja wytrzymałości ze względu na nienormową wysokość próbki
5	rdzeń betonowy	98,25	98,20	92,46	92,47	92,53	1434,69	80,0	2048	10,6	konieczna redukcja wytrzymałości ze względu na nienormową wysokość próbki większość rdzenia to cegła, wynik niemiarodajny

5.1.2 Badania podbudowy i podłoża gruntowego

W ramach badań laboratoryjnych dla próbek pobranych podczas wierceń wykonano analizę makroskopową, podając rodzaj i stan gruntu oraz oznaczenia wilgotności. Badania te jako uzupełnienie opisu warunków gruntowych pod posadzką hali, potwierdziły opis podany podczas badań terenowych. Szczegółowe zestawienie wyników badań laboratoryjnych podano w tab. 2.

Tab. 2. Wyniki badań laboratoryjnych podbudowy i gruntu.

				Badania makroskopowe							
Nr badania	Nr otworu	Głębokość pobrania [m]	Rodzaj próbki	Rodzaj gruntu	Barwa	Barwa (Munsell soil colour chart)		Wilgotność	Zawartość $CaCO_3$	Zawartość części org.	Wilgotność w [%]
1	**3**	**0,3**	NW	nN (Pп + części organiczne + gruz)	szaro-brązowa	10YR 5/3	brown	mw	1-3	+	11,23
2	**3**	**1,0**	NW	nN (Pп + części organiczne + gruz)	jasnobrązowa	10YR 5/4	yellowish brown	mw	1-3	+	6,86
3	**3**	**1,5**	NW	nN (Pп + cegła + gruz)	jasnobrązowa	10YR 6/4	light yellowish brown	mw	1-3	-	7,45
4	**3**	**2,0**	NW	nN (Pg+ części org.+gruz)	jasnobrązowa	10YR 5/6	yellowish brown	mw	1-3	+	7,50
5	**3**	**2,5**	NW	Pп, zagliniony	jasnożółta	2.5Y 7/4	pale yellow	mw	<1	-	4,90
6	**5**	**0,3**	NW	nN (Pп + gruz)	jasnobrązowa	10YR 6/3	pale brown	mw	3-5	-	1,65
7	**5**	**0,6**	NW	nN (Pп + cegła + gruz)	jasnobrązowa	10YR6/3	pale brown	mw	3-5	-	4,65
8	**5**	**1,0**	NW	nN (Pп)	jasnożółta	2.5Y 7/4	pale yellow	mw	<1	-	9,69
9	**5**	**1,4**	NW	nN (Pd zagliniony + gruz)	jasnobrązowa	10YR 5/6	yellowish brown	mw	<1	-	5,78
10	**5**	**1,7**	NW	nN (Pп + gruz)	jasnobrązowa	10YR 6/6	brownish yellow	mw	<1	-	4,34
11	**5**	**2,5**	NW	Pп	jasnożółta	2.5Y 7/4	pale yellow	mw	<1	-	3,90
12	**6**	**0,6**	NW	nN (Ps zagliniony + cegła + gruz)	szaro-brązowa	10YR 5/3	brown	mw	3-5	-	9,04
13	**6**	**1,0**	NW	nN (Pп + cegła + gruz)	jasnobrązowa	10YR 5/4	yellowish brown	mw	1-3	-	10,46
14	**6**	**1,5**	NW	nN (Ps zag + gruz)	brązowa	10YR 5/8	yellowish brown	mw	1-3	-	5,75
15	**6**	**2,0**	NW	nN (Ps zagliniony + cegła + gruz)	jasnobrązowa	10YR 6/8	brownish yellow	mw	<1	-	4,83
16	**6**	**3,0**	NW	Pп/Ps zagliniony	jasnobrązowa	10YR 6/8	brownish yellow	mw	<1	-	4,70

6 Ocena konstrukcji posadzki i geotechniczna charakterystyka warunków podłoża

6.1 Geotechniczne warunki posadowienia

Na podstawie wykonanych badań oraz w odniesieniu do własnych danych archiwalnych (otwory i mapy z Atlasu Geologicznego Warszawy, PIG-PIB, ITB) na podstawie genezy, wykształcenia litologicznego i stan gruntu w podłożu badanego obiektu można wskazać następujące warstwy geotechniczne:

Warstwa I – Grunty nasypowe, piaszczysto-gruzowe

Warstwa ta zalega pod powierzchnią całej posadzki analizowanej hali. Zbudowana jest z piasków pylastych i średnich z okruchami gruzu i dużym udziałem cegieł. Miąższość tej warstwy waha się w granicach ok. 1,6÷2,6 m p.p.p. i jest związana prawdopodobnie z występowaniem pozostałości po dawnych budynkach, jako materiał wykorzystany do wyrównania terenu na badanym obszarze. Warstwa ta stanowi podbudowę istniejącej posadzki. Warstwę z uwagi na wyniki sondowań rozdzielono:

- na warstwę górną, wyraźnie rozluźnioną, o miąższości ok. 1 m p.p.p. i dużym udziałem grubookruchowego materiału gruzowo-ceglanego (patrz. fot. 6÷8, zał. 5), z licznymi szczelinami i możliwymi pustkami, o stopniu zagęszczenia I_D<0,40,
- na warstwę dolną, z większym udziałem gruntów piaszczystych, miejscami zaglinionych, o miąższości ok. 0,6÷1,6 m p.p.p., gdzie średni stopień zagęszczenia wynosi I_D>0,60.

Z uwagi na stwierdzoną dużą niejednorodność i stan (rozluźnienie) warstwa ta nie spełnia swojej funkcji (podbudowa) i wymaga wzmocnienia.

Warstwa II – Grunty rodzime, piaski pylaste, zaglinione

Warstwę tą budują piaski pylaste, zaglinione. Są to rezidua głębiej występujących na tym obszarze pyłów lessopodobnych i glin zwałowych. Warstwa ta jest stosunkowo jednorodna, w stanie średniozagęszczonym do zagęszczonego (I_D>0,65). Piaski pylaste należy uznać za grunty nośne.

6.2 Ocena warstw posadzki

Opisane warunki posadowienia posadzki wskazują, że generalnie mamy do czynienia z podłożem nośnym (w zakresie gruntów rodzimych). Występujące pod posadzką nasypy stanowiące bezpośrednią podbudowę warstw konstrukcyjnych posadzki nie spełniają obecnie swojej funkcji. Nasyp tworzący podbudowę posadzki jest zbudowany z materiału niekontrolowanego, o dużej zawartości gruzu i cegieł. Materiał taki nie nadaje się do zastosowania w budownictwie dla posadowienia bezpośredniego. Określony stopień zagęszczenia nasypu (traktowany jako parametr wskaźnikowy ze względu na duży udział gruzu) w warstwie górnej w większości odpowiada gruntom luźnym ($I_D \leq 0{,}33$).

Posadzka została wykonana na warstwie nasypowej, lokalnie wyrównanej warstwą betonu podkładowego. Następnie zasadniczą część posadzki stanowi warstwa betonu niezbrojonego o wytrzymałości średniej odpowiadającej klasie betonu C20/25 (zbliżona do dawnej klasy B25). Warstwa ta może nadal pełnić swoją funkcję (brak widocznych uszkodzeń) o ile poprawiona zostanie podbudowa, przy jednoczesnym wyrównaniu nośności posadzki (np. poprzez wykonanie wzmocnionej warstwy górnej).

Występująca na niej warstwa wylewki (poza częścią południową) wykazuje niską szacowaną wytrzymałość (na poziomie 16 MPa), jednocześnie wyraźnie oddziela się od warstwy betonowej. Wynikiem czego są widoczne uszkodzenia posadzki w obrębie tej warstwy.

Oceniając obecny stan posadzki należy stwierdzić, że zarówno warstwa powierzchniowa (wylewka) jak i podbudowa wymaga naprawy do stanu zapewniającego uzyskanie parametrów nośności dla zakładanych funkcji.

7 Propozycja naprawy

Na podstawie przeprowadzonych badań, jako przyczynę powstałych widocznych uszkodzeń posadzki stwierdzono zły stan i nieodpowiednie wykonanie warstwy wyrównującej (wylewki). Należy też zauważyć, że analizowana posadzka betonowa zarówno w ocenie makroskopowej jak i w wynikach badań wytrzymałościowych charakteryzuje się dużą niejednorodnością. Wg zaleceń podanych w [8] odnośnie doboru grubości i klasy betonu dla posadzki betonowej w zależności od obciążeń najniższa wymagana klasa betonu to C25/30 przy grubości płyty min. 16 cm. Dotyczy to obliczeniowych obciążeń skupionych od kół na poziomie 10÷20 kN i najmniejszej intensywności przejazdów (<10 dziennie).

Przewidziane obciążenia dla planowanego sposobu użytkowania hali (stanowisko badawcze - komora klimatyczna do badań cieplno-wilgotnościowych systemów ociepleń i innych rozwiązań elewacyjnych) to ruchome regały o masie ok. 3,5 ÷ 4 T, przemieszczane na 4. kołach pełnych z bieżnikiem poliuretanowym lub poliamidowym, o średnicy 200 mm i szerokości 43÷50 mm [10]. Powierzchnia styku będzie ok. 0,01÷0,02 m^2, to obciążenie na koło (10kN) przekazuje na posadzkę ok. 8÷10 MPa na warstwę górną, 0,5÷0,6 MPa na warstwę betonu i 50÷60 kPa na zainiektowane podłoże (podbudowę). W zakresie wytrzymałości (nośności) przewidziane warstwy spełniają te wymagania. Aspekt drugi to okres użytkowania i trwałość w kontekście cykliczności przejazdów (oddziaływania dynamiczne). Dla podanych obciążeń posadzki wg wymagań podanych w [8] dopuszcza się jako minimalną wartość wytrzymałości na ściskanie wytrzymałość odpowiadającą klasie C20/25, a nawet niższą klasę C16/20 w wypadku podkładów pod posadzki o niewielkim obciążeniu i malej cykliczności przejazdów – tak jak się zakłada w analizowanym przypadku.

Dlatego wydaje się, że można wykorzystać istniejącą warstwę betonową jako warstwę nośną pod warunkiem wykonania nowej warstwy górnej (mającej na celu wyrównanie nośności całej posadzki i podwyższenie standardów użytkowych), przy jednoczesnym doprowadzeniu podbudowy do wymaganych parametrów. Wg wymagań podanych [8] i [9] zalecane minimalne wartości modułu odkształcenia wtórnego (E_{v2}) podłoża gruntowego i podbudowy w zależności od oczekiwanych maksymalnych obciążeń punktowych (w tym przypadku <32,5 kN) wynosi ≥ 30 MPa dla podłoża gruntowego i ≥ 80 MPa dla podbudowy. W przypadku analizowanej hali moduł dla podłoża gruntowego można szacować na poziomie 60 MPa (wymóg spełniony). Wartość tego parametru dla rozluźnionego nasypu można zakładać na poziomie poniżej 10 MPa, co wymaga przeprowadzenia wymiany bądź wzmocnienia.

W ramach naprawy posadzki należy istniejącą warstwę wylewki usunąć (skuć), a następnie wykonać nową warstwę o odpowiedniej wytrzymałości i trwałości oraz doprowadzić podbudowę do wymaganych parametrów.

Jako nową warstwę wierzchnią posadzki należy wykonać warstwę betonową (w klasie min. C25/30) ze zbrojeniem rozproszonym (np. włókna stalowe, syntetyczne), o grubości wynikającej z technologii i potrzeb użytkowych, jednak nie mniej niż 50 mm. Przed wykonaniem zalecane jest wykonanie warstwy „szczepnej”.

W zakresie doprowadzenia podbudowy do wymaganych parametrów możliwa jest wymiana, lub wzmocnienie poprzez dogęszczenie mechaniczne lub iniekcję. W analizowanym przypadku zarówno wymiana gruntu nasypowego jak i dogęszczenie mechaniczne wymagałoby usunięcia wszystkich warstw posadzki. Dodatkowo z uwagi na miąższość gruntów wymagających wymiany lub poprawy oraz istniejąca konstrukcje hali byłoby to trudne lub wręcz niemożliwe z uwagi na możliwość naruszenia stanu konstrukcji hali (podkopanie fundamentów).

Z uwagi na opisaną wcześniej możliwość wykorzystania istniejącej warstwy betonowej optymalną metodą wzmocnienia, niewymagającą dużego nakładu pracy (praktycznie bez prac rozbiórkowych) i bezpieczną dla konstrukcji jest iniekcja niskociśnieniowa. W celu naprawy podbudowy zaleca się wykonanie z powierzchni obecnej posadzki iniekcji niskociśnieniowych przy użyciu zaczynu cementowego. Takie rozwiązanie pozwoli wypełnić pustki pod posadzką oraz dogęścić warstwy konstrukcyjne podbudowy. Prace należy rozpocząć od miejsca prawdopodobnie największego rozluźnienia - od strony południowej. Po związaniu iniektu w tym obszarze, możliwe będzie skuteczne prowadzenie prac na dalszej powierzchni posadzki hali. Racjonalnym sposobem będzie wykonanie przewiercenie warstwy posadzki, a następnie wprowadzenie w grunt dysz iniekcyjnych. Proponuje się zastosować iniekcję na dwóch poziomach:

- na głębokości około 1 m p.p.p., gdzie kończy się warstwa gruntu rozluźnionego,
- oraz bezpośrednio poniżej poziomu posadzki.

W trakcie pracy należy monitorować wydatek iniektu, oraz stan okolicznych instalacji podziemnych poprzez sprawdzanie i kontrolę wypływu iniektu w wykonanych otworach oraz w pobliskich studzienkach rewizyjnych (czy nie pojawia się w nich zaczyn).

8 Wnioski i zalecenia

1. Wykonane badania pozwoliły na rozpoznanie budowy geologicznej do głębokości 3 m poniżej poziomu posadzki oraz określenie warunków geotechnicznych podłoża i podbudowy. W podłożu stwierdzono występowanie warstwy nasypów antropogenicznych o miąższości ok. 1,6÷2,6 m, zbudowanych z osadów piaszczystych z domieszką gruzu i cegieł. Pod nasypami (od 1,9 do 2,9 m p.p.p.) stwierdzono występowanie gruntów rodzimych w postaci piasków pylastych, miejscami

zaglinionych. Do głębokości rozpoznania (3 m) nie stwierdzono zwierciadło wód gruntowych.

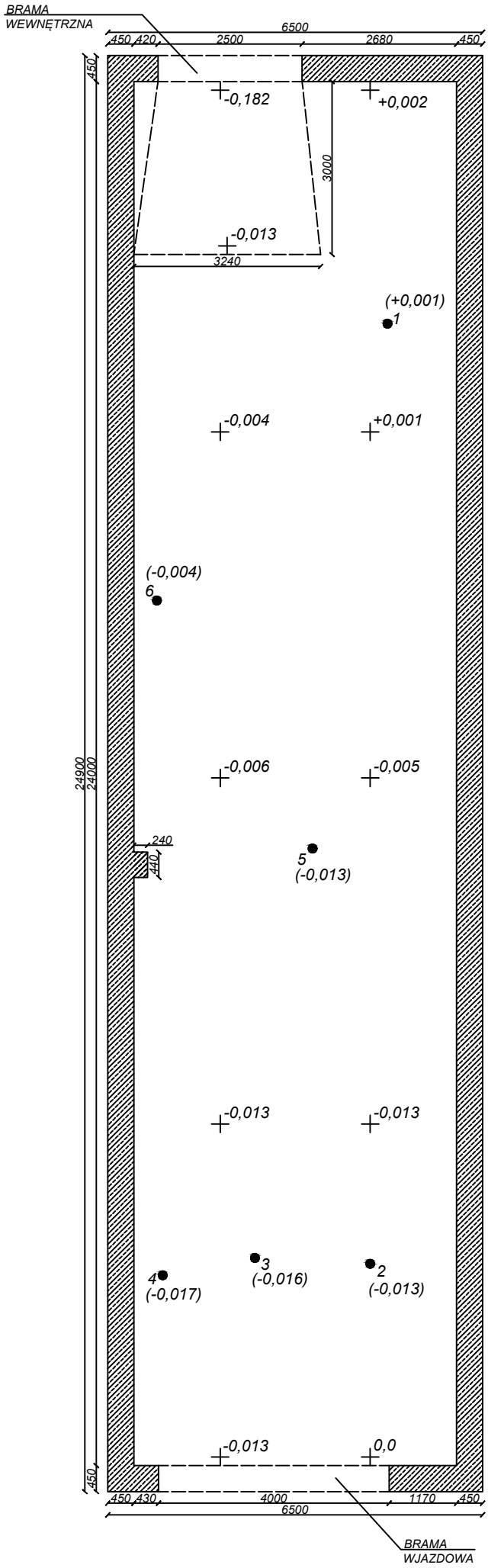
2. Wyniki sondowań DPL pozwoliły na jakościową oceną stanu podbudowy oraz ilościowe określenie parametrów gruntu in situ. Podłoże rodzime (piaski pylaste i zaglinione) jest w stanie średniozagęszczonym do zagęszczonego (I_D>0,65). Są to grunty nośne dla analizowanej konstrukcji (posadzka hali) i przewidzianych obciążeń użytkowych. Powyżej występuje warstwa nasypów piaszczysto-gruzowo-ceglanych, w stanie co najmniej średniozagęszczonym (I_D>0,60) w dolnej części oraz wyraźnie rozluźnione w górnej części (I_D<0,40) do głębokości ok. 1 m poniżej posadzki. Z uwagi na stan tej warstwy, w tym stwierdzone pustki, obecnie nie spełnia ona swojej funkcji (warstwa podbudowy) i wymaga wzmocnienia.

3. Zasadnicze warstwy konstrukcyjne posadzki hali to warstwa betonu niezbrojonego o grubości ok. 13÷16 cm i szacowanej średniej wytrzymałości na poziomie klasy C20/25, na której wykonano warstwę wylewki (za wyjątkiem obszaru do pierwszej dylatacji od strony południowej, gdzie warstwa ta nie występuje). Warstwa wylewki w postaci zaprawy cementowej wykazuje niską szacowaną wytrzymałość na poziomie średnim ok. 16 MPa. Miejscami pod warstwą betonową występuję cienka warstwa betonu podkładowego. Powierzchnia posadzki jest pokryta powłoką malarską, impregnującą, która jest w złym stanie (liczne odpryski i ubytki).

4. Słabej jakości materiał wylewki oraz jej niewłaściwe wykonanie (oddzielanie od warstwy betonowej) w kontekście długiego użytkowania, jest bezpośrednią przyczyną widocznych uszkodzeń powierzchni posadzki. Dodatkowo stwierdzone występowanie rozluźnionej podbudowy z nasypu niekontrolowanego nie pozwala na dalsze bezpieczne użytkowanie posadzki związane z planowaną zmianą sposobu zagospodarowania hali. Elementy te wymagają naprawy.

5. Jako optymalne rozwiązanie w zakresie wzmocnienia podłoża posadzki proponuje się wykonanie iniekcji niskociśnieniowych, jako mało inwazyjny, szybki i skuteczny sposób wzmocnienia warstwy podbudowy oraz wypełnienia stwierdzonych pustek. Jednocześnie kompleksowe przywrócenie obecnej konstrukcji posadzki do wymaganych parametrów użytkowych (instalacji stanowiska badawczego dla Zakładu

NZM - komora klimatyczna do badań cieplno-wilgotnościowych systemów ociepleń i innych rozwiązań elewacyjnych), wymaga usunięcia istniejącej warstwy wierzchniej (wylewki) i wykonanie nowej wzmocnionej warstwy górnej posadzki odpowiednio nośnej i spełniające wymagania użytkowe (np. ścieralność).



Objaśnienia:

- 2 - punkt badawczy
- -0,013 -różnica poziomu posadzki względem umownego poziomu 0,0 [m]

INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ
Zakład Geotechniki i Fundamentowania
02-656 Warszawa ul. Ksawerów 21

Nazwa tematu: Opinia geotechniczna dla podłoża gruntowego i posadzki w hali "Syrena" na terenie ITB, lokalizacja Ksawerów 21

Nazwa rysunku: Rzut posadzki

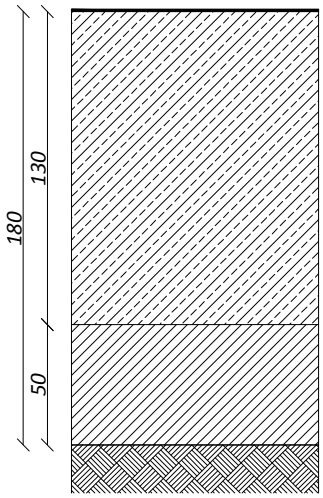
Nr załącznika: 1

	Imię i Nazwisko	Nr uprawnień	Podpis
Opracował:	mgr inż. Damian Kłobukowski	———	
Zatwierdził:	dr inż. Tomasz Godlewski		

Data: 08.2018r.

Skala: 1:100

1



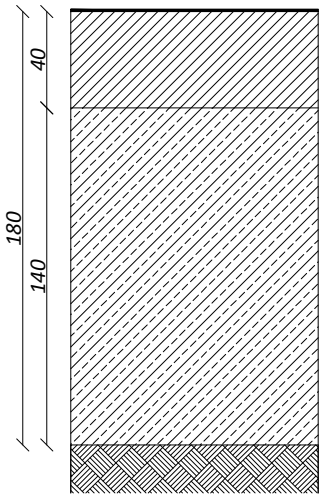
warstwa ścieralna

posadzka betonowa

chudy beton

gruz, nasyp

2



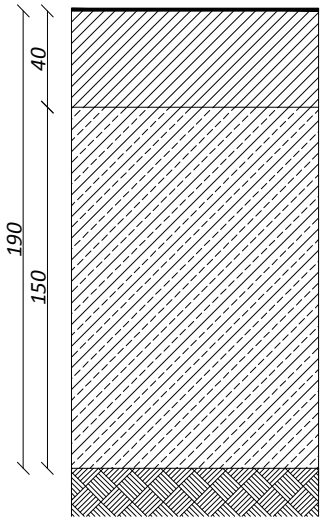
warstwa ścieralna

wylewka górna (zaprawa cementowa)

posadzka betonowa

gruz, nasyp

3



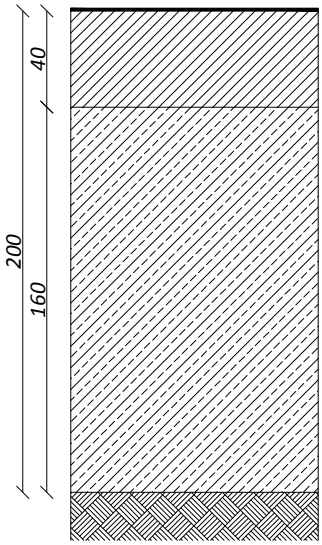
warstwa ścieralna

wylewka górna (zaprawa cementowa)

posadzka betonowa

gruz, nasyp

4



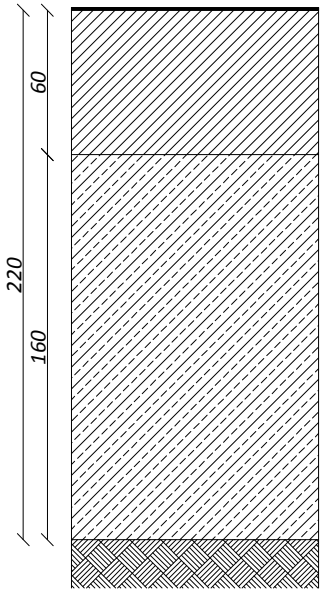
warstwa ścieralna

wylewka górna (zaprawa cementowa)

posadzka betonowa

gruz, nasyp

5



warstwa ścieralna

wylewka górna (zaprawa cementowa)

posadzka betonowa

gruz, nasyp

INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ
Zakład Geotechniki i Fundamentowania
02-656 Warszawa ul. Ksawerów 21

Nazwa tematu:
Opinia geotechniczna dla podłoża gruntowego i posadzki w hali "Syrenka" na terenie ITB, lokalizacja Ksawerów 21

Nazwa rysunku: Szkic konstrukcji posadzki hali

Nr załącznika: 2

	Imię i Nazwisko	Nr uprawnień	Podpis	Data:
Opracował:	mgr inż. Damian Kłobukowski	———		08.2018r.
Zatwierdził:	dr inż. Tomasz Godlewski			

Załącznik 3

Karty otworów geotechnicznych

KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO

Zał.Nr:

Profil numer 1

Miejscowość: Warszawa
Powiat:
Województwo:

Zleceniodawca: ITB
Wiercenie:
Nadzór geologiczny: dr inż. T. Godlewski

System wiercenia: Ręcznie
Rzędna: 0.00 m
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2018-08-23

	Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
						posadzka	-		-	-
		Nasypy Nasyp	1.0		0.20	nasyp niekontrolowany (piasek pylasty+gruz+cegły) jasnobrązowy	nN		mw	ln
			2.0		2.00	przeszkoda - (stary fundament? płyta żelbetowa?)	-		-	-
					2.10					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO

Zał.Nr:

Profil numer 3

Miejscowość: Warszawa
Powiat:
Województwo:

Zleceniodawca: ITB
Wiercenie:
Nadzór geologiczny: dr inż. T. Godlewski

System wiercenia: Ręcznie
Rzędna: -0.02 m
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2018-08-22

	Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Nasypy / Nasyp	1.0			posadzka	-		-	-
					0.20	nasyp niekontrolowany (piasek pylasty+cz. org.+gruz) szaro-brązowy	nN		mw	ln
					1.00	nasyp niekontrolowany (piasek pylasty+cz. org.+gruz) jasnobrązowy				
					1.50	nasyp niekontrolowany, (piasek pylasty+cegła+gruz), jasnobrązowy				
			2.0		2.00	nasyp niekontrolowany (piasek gliniasty+cz. org.+gruz), jasnobrązowy				
		Czwartorzęd / Holocen			2.10	piasek pylasty, zagliniony	P_{π}			szg
			3.0		3.00					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO

Zał.Nr:

Profil numer 5

Miejscowość: Warszawa
Powiat:
Województwo:

Zleceniodawca: ITB
Wiercenie:
Nadzór geologiczny: dr inż. T. Godlewski

System wiercenia: Ręcznie
Rzędna: -0.01 m
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2018-08-22

	Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Nasypy / Nasyp	1.0			posadzka	-		-	-
					0.20	nasyp niekontrolowany (piaske pylasty+gruz), jasnobrązowy	nN		mw	ln
					1.00	nasyp niekontrolowany (piasek pylasty+cegła+gruz), jasnobrązowy				
					1.70	nasyp niekontrolowany (piasek pylasty+cegły), jasnożółty				
		Czwartorzęd / Holocen	2.0		1.90	piasek pylasty jasnożółty	Pπ			szg
			3.0		3.00					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO

Zał.Nr:

Profil numer 6

Miejscowość: Warszawa
Powiat:
Województwo:

Zleceniodawca: ITB
Wiercenie:
Nadzór geologiczny: dr inż. T. Godlewski

System wiercenia: Ręcznie
Rzędna: 0.00 m
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2018-08-23

	Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Nasypy Nasyp	1.0			posadzka	-		-	-
					0.20	nasyp niekontrolowany (piasek średni, zagliniony+gruz), szaro-brązowy	nN		mw	ln
			2.0		1.50	nasyp niekontrolowany (piasek pylasty+cegła+gruz) jasnobrązowy				
					2.00	nasyp niekontrolowany (piasek średni zagliniony+gruz) brązowy				szg
					2.50	nasyp niekontrolowany (piasek średni zagliniony+cegła+gruz) jasnobrązowy				
			3.0		2.90	piasek pylasty, zagliniony jasnożółty	Pπ			
					3.00					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

Załącznik 4

Karty sondowań dynamicznych

WYNIKI BADAŃ SONDĄ DYNAMICZNĄ

Profil numer DPL 1

Zał.Nr:

Sonda Nr:

Miejscowość: Warszawa
Województwo:

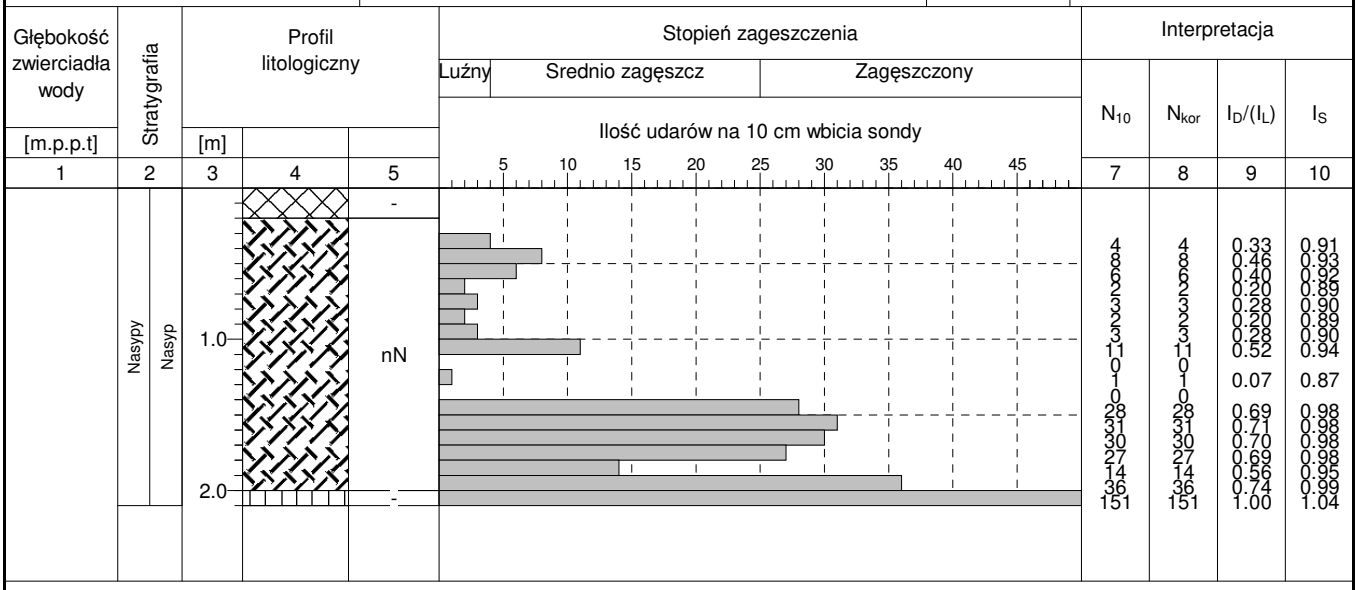
Obiekt: hala Syrenki ITB

System wiercenia: Ręcznie

Rzędna: 0.00 m

Skala 1 : 50

Data wiercenia: 2018-08-23



Rysunek wykonano programem "GeoStar"

WYNIKI BADAŃ SONDĄ DYNAMICZNĄ

Profil numer DPL 3

Zał.Nr:

Sonda Nr:

Miejscowość: Warszawa
Województwo:

Obiekt: hala Syrenki ITB

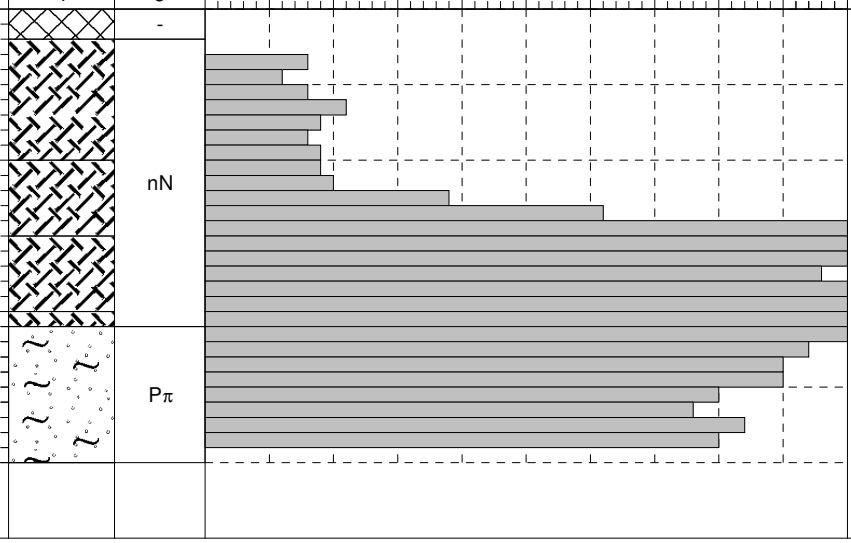
System wiercenia: Ręcznie

Rzędna: -0.02 m

Skala 1 : 50

Data wiercenia: 2018-08-22

Głębokość zwierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny			Stopień zageszczenia			Interpretacja			
					Luźny	Srednio zagęszcz	Zagęszczony	N_{10}	N_{kor}	$I_D/(I_L)$	I_S
[m.p.p.t]		[m]			Ilość udarów na 10 cm wbicia sondy						
1	2	3	4	5	5 10 15 20 25 30 35 40 45			7	8	9	10
	Nasypy / Nasyp	1.0		-				8	8	0.46	0.93
								6	6	0.40	0.92
								8	8	0.46	0.93
								11	11	0.52	0.94
								9	9	0.48	0.94
								8	8	0.46	0.93
								9	9	0.48	0.94
				nN				9	9	0.48	0.94
								10	10	0.50	0.94
								19	19	0.62	0.96
								31	31	0.71	0.98
								55	55	0.82	1.00
								54	54	0.81	1.00
								51	51	0.80	1.00
								48	48	0.79	1.00
								50	50	0.80	1.00
								54	54	0.81	1.00
								52	52	0.81	1.00
								51	51	0.80	1.00
								47	47	0.79	1.00
								45	45	0.78	0.99
								45	45	0.78	0.99
								40	40	0.76	0.99
								38	38	0.75	0.99
								42	42	0.77	0.99
	Czwartorzęd / Holocen	2.0		Pπ				40	40	0.76	0.99
		3.0									



Rysunek wykonano programem "GeoStar"

WYNIKI BADAŃ SONDĄ DYNAMICZNĄ

Profil numer DPL 5

Zał.Nr:

Sonda Nr:

Miejscowość: Warszawa
Województwo:

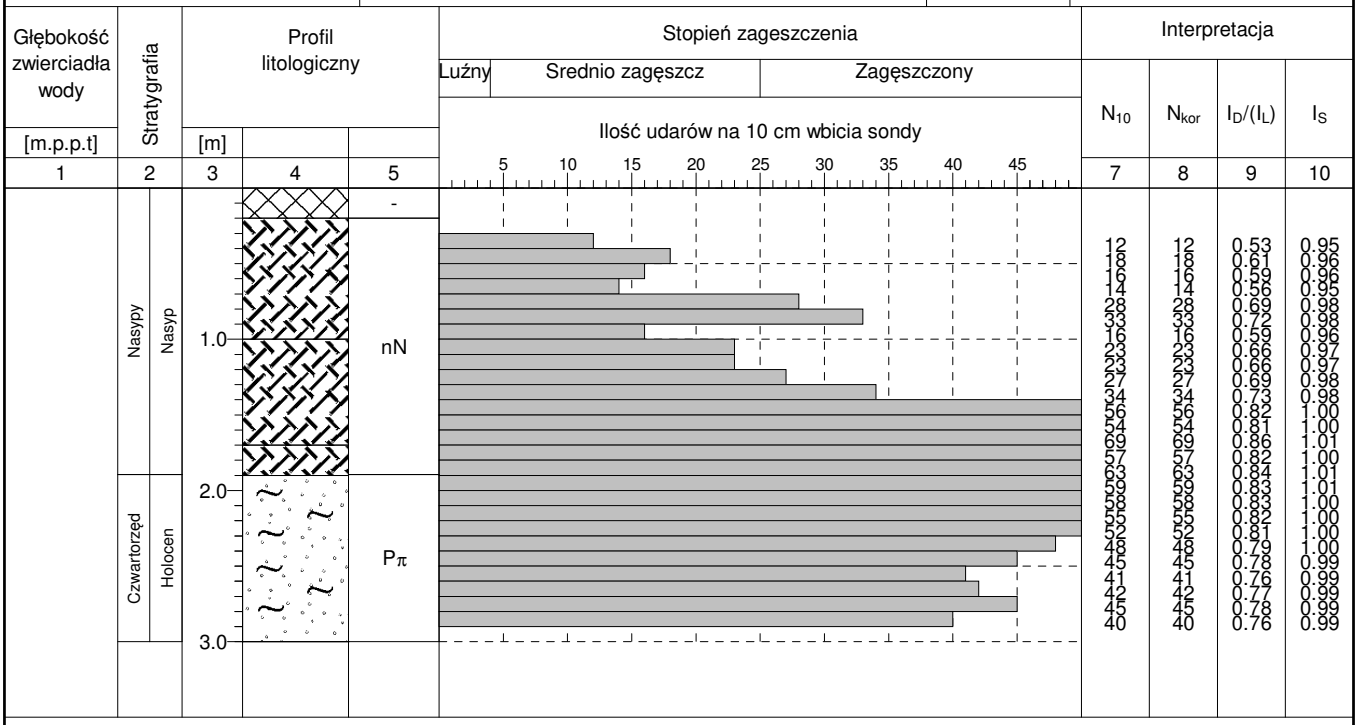
Obiekt: hala Syrenki ITB

System wiercenia: Ręcznie

Rzędna: -0.01 m

Skala 1 : 50

Data wiercenia: 2018-08-22



N_{10}	N_{kor}	$I_D/(I_L)$	I_S
12	12	0.53	0.95
15	15	0.61	0.96
16	16	0.59	0.96
14	14	0.56	0.95
28	28	0.69	0.98
33	33	0.72	0.98
16	16	0.59	0.96
23	23	0.66	0.97
23	23	0.66	0.97
27	27	0.69	0.98
34	34	0.73	0.98
56	56	0.82	1.00
54	54	0.81	1.00
69	69	0.86	1.01
57	57	0.82	1.00
63	63	0.84	1.01
59	59	0.83	1.01
58	58	0.83	1.00
55	55	0.82	1.00
52	52	0.81	1.00
48	48	0.79	1.00
45	45	0.78	0.99
41	41	0.76	0.99
42	42	0.77	0.99
45	45	0.78	0.99
40	40	0.76	0.99

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

WYNIKI BADAŃ SONDĄ DYNAMICZNĄ

Profil numer DPL 6

Zał.Nr:

Sonda Nr:

Miejscowość: Warszawa
Województwo:

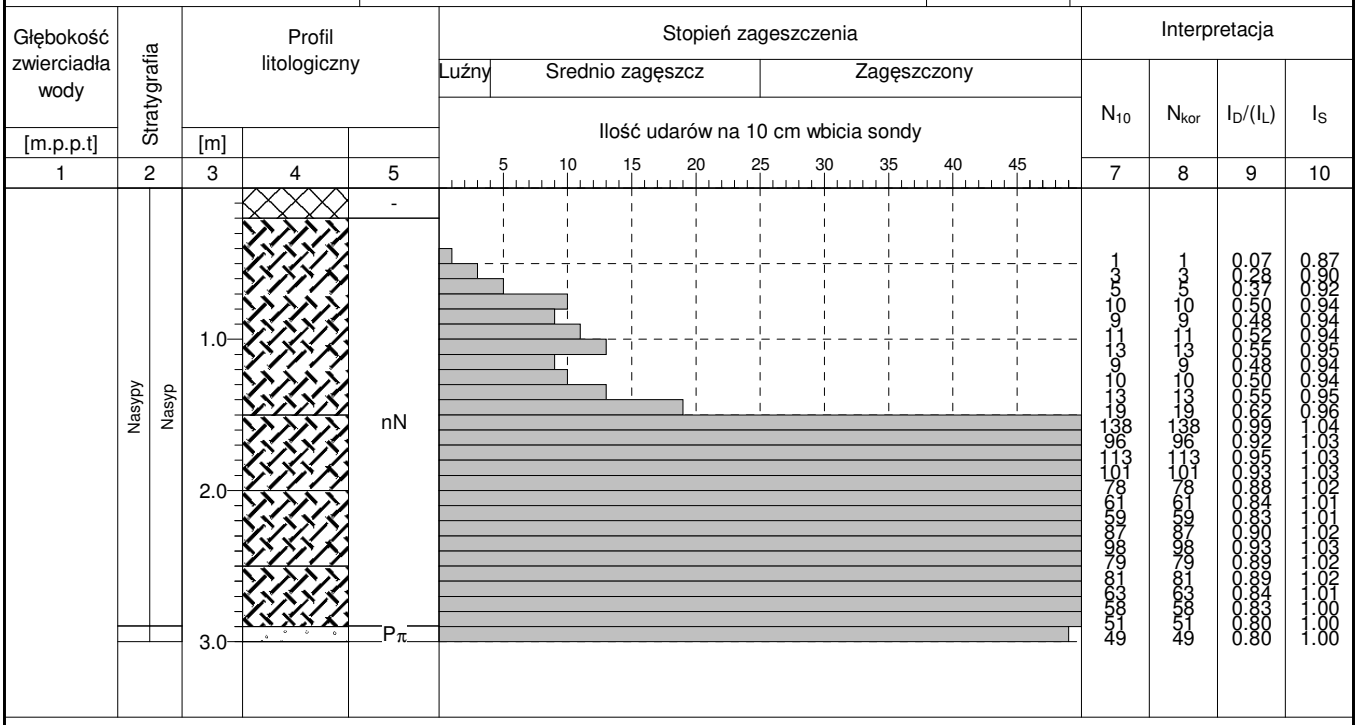
Obiekt: hala Syrenki ITB

System wiercenia: Ręcznie

Rzędna: 0.00 m

Skala 1 : 50

Data wiercenia: 2018-08-23



Rysunek wykonano programem "GeoStar"

Załącznik 5

Dokumentacja fotograficzna

Fot. 1. Widok rdzenia w pkt. nr 1 – układ warstw konstrukcyjnych posadzki.

Fot. 2. Widok rdzenia w pkt. nr 2 – układ warstw konstrukcyjnych posadzki.

Fot. 3. Widok rdzenia w pkt. nr 3 – układ warstw konstrukcyjnych posadzki.

Fot. 4 Widok rdzenia w pkt. nr 4 – układ warstw konstrukcyjnych posadzki.

Fot. 5 Widok rdzenia w pkt. nr 5 – układ warstw konstrukcyjnych posadzki.

Fot. 6. Widok z etapu przewiertu w pkt. nr 1 – w dnie otworu widoczny obsypujący się rozluźniony nasyp.

Fot. 7. Widok z etapu przewiertu podbudowy w pkt. 1 – urobek to nasyp gruzowo-ceglany rozluźniony, pozostałość po starych fundamentach.

Fot. 8. Widok podbudowy w pkt. 1 – nasyp gruzowo-ceglany z licznymi szczelinami, zdjęcie wykonano w otworze.