



GEOPROJEKT-POZNAŃ

PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNE I GEOLOGICZNE S.C.
60-113 POZNAŃ, ul. Regłowa 3

tel./fax (0-61) 832-52-01, 830-11-30

e-mail: info@geoprojekt.pl

Konto Alior Bank 22 2490 0005 0000 4500 3502 1929

NIP 778-01-54-655

*Badania gruntu * Geologia * Geotechnika*

DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

określająca warunki gruntowo – wodne i geotechniczne
w podłożu projektowanej modernizacji zespołu pałacowo - parkowego
w ROGALINIE

gm. Mosina

powiat poznański

woj. wielkopolskie

nr arch.P-8939

Opracowali

Dyrektor

mgr Piotr Polny
upr.geolog.nr VII-1351

mgr Krzysztof Waliński

mgr Krzysztof Waliński
upr.geolog.nr 070747

Poznań, kwiecień 2014 r.

Egz. nr 4

1. Wstęp

1.1. Zleceniodawca: Restauro Sp. z o.o.
 ul. Małe Garbary 4 – 6
 87–100 Toruń

1.2. Podstawa prawna opracowania

Niniejszą dokumentację wykonano zgodnie z niżej wymienionymi przepisami dotyczącymi prac geotechnicznych:

- a) rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z dnia 27 kwietnia 2012 r., poz. 463)
- b) norma PN–B–02479 „Geotechnika – dokumentowanie geotechniczne – zasady ogólne”
- c) norma PN–86/B–02480 „Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów”
- d) norma PN–B–04452:2002 „Geotechnika. Badania polowe”
- e) norma PN–88/B–04481 „Grunty budowlane. Badania próbek gruntu”
- f) norma PN–EN 1997-2 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne, część 2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
- g) norma PN–EN ISO 14688–1:2006 „Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikacje gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis”
- h) norma PN–EN ISO 14688–2:2006 „Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikacje gruntów. Część 2 : Zasady klasyfikowania”
- i) norma PN–ES ISO 22475–1:2006 (U) „Rozpoznanie i badania geotechniczne. Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych”
- j) norma PN–ES ISO 22476–2:2006 (U) „Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania polowe. Część 2. Sondowania dynamiczne”.

Uwagi:

- norma PN-86/B-02480 „Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów”, która zastąpiła wcześniejsze normy o tym samym numerze i tytule, tj. PN-75/B-02480 oraz PN-54/B-02480, przedstawia podział gruntów budowlanych, stosowany w polskiej praktyce inżynierskiej i geotechnicznej od ponad pięćdziesięciu lat; ponadto podział ten znajduje potwierdzenie w klasyfikacjach przyjętych w najczęściej stosowanych normach projektowania fundamentów;
- normy wymienione w p. „f” oraz „g” ustanowione w 2006 r. wprowadzają nowy, odmienny podział niż w normie PN-86/B-02480, sposób klasyfikowania opisu gruntów nie stosowany dotąd w projektowaniu fundamentów;
- w Zał. nr 3 zestawiono klasyfikacje gruntów, zgodne z normami PN-86/B-02480 oraz PN-EN ISO 14688-1:2006 i PN-EN ISO 14688-2:2006; jednak za wiodącą przyjęto dotychczas stosowaną terminologię i klasyfikację.

1.3. Rodzaj inwestycji

Trwają prace związane z modernizacją zespołu pałacowo – parkowego w Rogalinie. W ramach tych prac realizowana jest m.in. kompleksowa modernizacja budynków zespołu pałacowego; z informacji uzyskanych z Biura Projektów wiadomo, że dla budynku łącznika południowego pomiędzy korpusem głównym a oficyną południową Pałacu oraz budynków stajni i powozowni rozważane jest wykonanie wzmocnienia istniejących fundamentów albo za pomocą pali Jet Grouting albo metodą tradycyjną poprzez podmurowanie a w budynku powozowni oprócz wzmocnienia fundamentów, przewiduje się obniżenie poziomu posadzki piwnicy dla potrzeb wprowadzenia funkcji gastronomicznej.

Na obecnym etapie prac projektowych brak jest danych nt. sposobu posadowienia ww. obiektów – w tym głębokości a przede wszystkim rodzaju materiału, z których fundamenty są wykonane.

Dane te trzeba będzie sprawdzić w odkrywkach fundamentów.

Wybór metody wzmocnienia fundamentów obiektów i możliwość obniżenia poziomu posadzki piwnicy w budynku powozowni ustalone będą na podstawie warunków geotechnicznych stwierdzonych w ramach niniejszej dokumentacji oraz danych z odkrywek fundamentów.

1.4. Cel opracowania

Celem niniejszej dokumentacji jest:

- rozpoznanie budowy geologicznej oraz warunków gruntowo – wodnych w podłożu wybranych budynków zespołu pałacowo - parkowego,
- określenie parametrów geotechnicznych gruntów i chemicznych wody gruntowej,
- ocena przydatności podłoża gruntowego i środowiska wodnego dla potrzeb planowanej modernizacji obiektów, w tym podanie wniosków dotyczących uwarunkowań geotechnicznych dla sposobu wykonania wzmocnienia fundamentów budynków i obniżenia poziomu posadzki piwnicy w budynku powozowni.

1.5. Prace terenowe

W ramach prac terenowych w dniu 31 marca 2014 r. wykonano:

- 10 otworów badawczych o głębokości 12,0 m p.p.t., łącznie 120 mb,
- 3 sondowania sondą statyczną CPTU o głębokościach 3,7 – 6,2 m p.p.t., łącznie 13,8 mb dla określenia stanu i parametrów gruntów w podłożu,
- 3 sondowania sondą udarową lekką DPL dla określenia stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych.

Ilość, lokalizację i głębokość punktów badawczych ustalono w porozumieniu ze Zleceniodawcą, przy czym z uwagi na przekroczone maksymalne, dopuszczalne parametry tarcia na pobocznicę stożka, spowodowane występowaniem w podłożu gruntów spoistych w stanie półzwartym i zwartym, spłycono wszystkie sondowania CPTU.

Punkty otworów wytyczono metodą domiarów prostokątnych, w nawiązaniu do sytuacji istniejącej w terenie, na podstawie mapy sytuacyjno – wysokościowej w skali 1: 1000, którą w postaci skanu otrzymano z Biura Projektów.

1.6. Badania laboratoryjne

W laboratorium „GEOPROJEKTU – Poznań” w ramach niniejszej dokumentacji wykonano:

- 23 analizy uziarnienia gruntów niespoistych,
- 31 oznaczeń wilgotności naturalnej gruntów spoistych,
- 1 oznaczenie granicy Atterberga wraz z obliczeniem stopnia plastyczności gruntów spoistych,

- 6 badań zawartości części organicznych gruntów nasypowych (metodą wyżarzania),
- 2 badania chemiczne próbek wody gruntowej dla określenia stopnia jej agresywności w stosunku do betonu.

1.7. Prace kameralne

Wyniki badań przedstawiono w formie dokumentacji badań podłoża gruntowego, w ramach której opracowano:

- mapę dokumentacyjną z lokalizacją punktów wykonanych otworów,
- karty dokumentacyjne wykonanych otworów badawczych,
- wykresy sondowań sondą udarową DPL,
- wykresy i tabele interpretacyjne sondowań statycznych CPTU,
- zestawienie wyników badań laboratoryjnych gruntów (w tym wykresy uziarnienia) oraz wyniki analizy wody gruntowej,
- przekroje geotechniczne,
- tabelę wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych w poszczególnych wydzielonych warstwach gruntów,
- komentarz tekstowy z wnioskami geotechnicznymi wynikającymi z wykonanych prac.

1.8. Materiały archiwalne

Przy opracowaniu niniejszej dokumentacji wykorzystano dane nt. budowy geologicznej i warunków geotechnicznych w podłożu rozważanego terenu zawarte w opracowanej dla tego terenu dokumentacji pt. „Techniczne badania podłoża gruntowego. Rogalin – zespół pałacowy”, wykonanej przez „GEOPROJEKT – Poznań” w grudniu 1971 r., nr arch. P-3664.

2. Położenie i geomorfologia terenu badań

Teren objęty niniejszą dokumentacją znajduje się na terenie zespołu pałacowo – parkowego w Rogalinie.

Badania wykonano na działce o numerze geodezyjnym 74, która należy do Muzeum Narodowego.

W ujęciu regionalnym, wg J. Kondrackiego („Geografia regionalna Polski”), badany teren leży w obrębie Kotliny Śremskiej, będącej wschodnią częścią Pradoliny Warciańsko-Odrzańskiej.

Pod względem geomorfologicznym dokumentowany teren położony jest w obrębie prawobrzeżnej terasy erozyjno – akumulacyjnej w dolinie rzeki Warty i opada w kierunku południowo – zachodnim do jej koryta. Meandrujące koryto Warty oddalone jest o ok. 600 – 1000 m od zespołu pałacowego a dodatkowo pomiędzy Wartą a terenem zespołu pałacowego znajdują się starorzecza rzeki.

Ogólnie powierzchnia terenu w miejscach wykonanych badań wyniesiona jest na rzędnych ~66,6 – 71,2 m n.p.m., przy czym południowa część budynków zespołu pałacowego wpisana jest w zbocze nachylone w kierunku Warty. Teren usytuowany jest:

- w rejonie budynku stajni na rzędnych ca 70,4 – 70,6 m n.p.m.,
- w rejonie południowego łącznika pałacu od ~ 66,6 m n.p.m. po stronie zewnętrznej do ~ 71,2 m n.p.m. po stronie wewnętrznej,
- w rejonie powozowni od ~ 66,6 m n.p.m. po stronie zewnętrznej do ca 69,1 – 69,5 m n.p.m. po stronie wewnętrznej.

Całkowite deniwelacje terenu w omawianym rejonie wynoszą ~ 4,6 m ale różnica poziomów w obrębie całego zespołu pałacowego jest większa i przy uwzględnieniu otoczenia w północnej części terenu oraz rejonu budynku Galerii obrazów wynosi ~ 15 – 16 m.

3. Budowa geologiczna

Wierceniami wykonanymi w ramach niniejszej dokumentacji do głębokości 12 m p.p.t. stwierdzono, że w omawianym podłożu, pod przypowierzchniową warstwą nasypów, występują **osady czwartorzędowe, plejstocenijskie** reprezentowane przez osady wodnolodowcowe podścielone przez lodowcowe:

- **osady wodnolodowcowe** występują w stropie podłoża, w wyższej – wewnętrznej części zespołu pałacowego, w warstwie o zróżnicowanej miąższości 0,6 – 4,8 m i wykształcone są jako różnej granulacji piaski (drobne i średnie),
- **osady bezpośredniej akumulacji lodowca zlodowacenia środkowopolskiego** budują dolną część podłoża; zalegają pod ww. piaskami wodnolodowcowymi lub bezpośrednio pod nasypami (np. otw. nr 5) i wykształcone są jako zwałowe gliny piaszczyste i piaski gliniaste z lokalnymi soczewkami piasków, spągu glin zwałowych do maksymalnej głębokości rozpoznania, tj. 12 m p.p.t. nie osiągnięto.

4. Warunki geotechniczne

Warunki te ustalono na podstawie wyników badań terenowych i laboratoryjnych, a parametry geotechniczne gruntów określono w oparciu o własne doświadczenia i zależności regionalne oraz na podstawie norm PN-B-04452, PN-81/B-03020, PN-EN 1997-2: 2007 Eurokod 7, część 2.

Nasypy – stwierdzone zostały od powierzchni terenu, w warstwie o pomierzonej w punktach badawczych miąższości ~ 0,5 – 2,5 m i zbudowane są z piasków drobnych próchnicznych, piasków drobnych i średnich z domieszkami humusu, żużla oraz fragmentami cegieł i gruzu. Nasypy są częściowo obsypkami fundamentów budynków, częściowo zasypkami kanałów deszczowych Ø150 i Ø200, kanału sanitarnego Ø150, kabli energetycznych NN oraz ciepłociągów (2Cp125), a częściowo powstały jako wyrównanie powierzchni terenu.

Należy mieć na uwadze, że na odcinkach pomiędzy wykonanymi otworami (zwłaszcza w rejonie istniejącego uzbrojenia podziemnego) skład i miąższość nasypów mogą być inne (również o większym zasięgu głębokościowym) niż to stwierdzono w otworach wiertniczych.

Grunty rodzime występujące w podłożu ujęto w dwóch grupach genetycznych, w których wydzielono warstwy o zbliżonych wartościach parametrów geotechnicznych.

Grupa I – zaliczono do niej grunty niespoiste, głównie wodnolodowcowe, wykształcone jako piaski drobne i średnie, w przewadze wilgotne, w spągu nawodnione; do grupy tej zaliczono też piaski drobne, nawodnione, stwierdzone lokalnie w soczewce śródglinowej.

Ze względu na zróżnicowane zagęszczenie i granulację grunty te ujęto w sześć warstw geotechnicznych:

warstwa I_A – to piaski drobne, wilgotne, w stanie średniozagęszczonym, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,40$;

warstwa I_B – obejmuje piaski średnie i średnie z domieszką żwiru, także wilgotne, w stanie średniozagęszczonym, ale o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,45$;

warstwa I_C – to piaski drobne, wilgotne, w stanie średniozagęszczonym, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,60$;

warstwa I_D – zaliczono do niej piaski średnie i średnie z domieszką żwiru, wilgotne i nawodnione, w stanie średniozagęszczonym, również o $I_D^{(n)} = 0,60$;

warstwa I_E – to piaski drobne, wilgotne i nawodnione, w stanie zagęszczonym, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,70$;

warstwa I_F – obejmuje piaski średnie, wilgotne i nawodnione, także w stanie zagęszczonym, o $I_D^{(n)} = 0,70$.

Grupa II – obejmuje gliny zwałowe zlodowacenia środkowopolskiego, które ze względu na usytuowanie na skraju doliny Warty i zachodzące tu procesy geologiczne pozwalające na odprężenie podłoża, zaliczono do gruntów nieskonsolidowanych, wg p. 1.4.6 normy PN-81/B-03020 zaliczonych do grupy „B” geologicznej konsolidacji; w zależności od stanu wynikającego ze stopnia plastyczności grunty te ujęto w trzy warstwy geotechniczne:

warstwa II_A – to gliny piaszczyste i piaski gliniaste w stanie twardoplastycznym, o uśrednionym stopniu plastyczności $I_L^{(n)} = 0,10$;

warstwa II_B – obejmuje gliny piaszczyste w stanie twardoplastycznym, o stopniu plastyczności $I_L^{(n)} = 0,05$;

warstwa II_C – to gliny piaszczyste i piaski gliniaste w stanie półzwałym i zwałym, o stopniu plastyczności $I_L^{(n)} = 0,00$.

Zwraca się uwagę na grunty grupy II, które w stanie naturalnym w podłożu posiadają ogólnie korzystne parametry geotechniczne, są jednak bardzo wrażliwe na wszelkie dodatkowe nawodnienia, szczególnie przy odprężeniu w dnie wykopów, na skutek drgań wykazują także charakter tiksotropowy i pod wpływem ww. czynników bardzo łatwo mogą pogorszyć swoją konsystencję. Grunty te w dnie wykopów wymagają szczególnej ochrony przed niekorzystnym wpływem warunków atmosferycznych i wody gruntowej zgodnie z zaleceniami podanymi w p. 2.4 normy PN-81/B-03020.

Omawiane podłoże pod względem geologicznym do przebadanej głębokości jest mało zróżnicowane, z uwagi jednak na różny rodzaj i stan gruntów, wykazuje pewną zmienność pod względem geotechnicznym.

Przestrzenne rozmieszczenie gruntów przedstawiono graficznie na przekrojach geotechnicznych oraz kartach dokumentacyjnych otworów badawczych, natomiast parametry geotechniczne gruntów podano w zestawieniu wyników badań laboratoryjnych, na wykresach uziarnienia, na wykresach i w tabelach interpretacyjnych sondowań CPTU oraz na wykresach sondowań DPL; średnie wartości parametrów w poszczególnych wydzielonych warstwach przedstawiono w tabeli na legendzie do przekrojów, gdzie podano je jako wartości charakterystyczne $x^{(n)}$, współczynniki materiałowe γ_m oraz wartości obliczeniowe $x^{(r)}$.

5. Warunki wodne

5.1. Wody powierzchniowe

Jak już opisano w p. 2 niniejszego tekstu w odległości 600 – 1000 m na południowy – zachód od omawianego terenu znajduje się koryto rzeki Warty, a bliżej – jej starorzecza. Rzeka Warta, a pośrednio także starorzecza pełnią dla omawianego terenu ważną funkcję regulującą stosunki wodne w podłożu, stanowiąc naturalną bazę drenażu dla spływu wód gruntowych na omawianym terenie.

Z dokumentacji wymienionej w p. 1.8 oraz danych IMGW wynika, że wahania wody w Warcie w profilu Rogalina dochodzą do ~ 3 m a w otoczeniu zespołu pałacowego w okresach powodziowych teren zalewany i podtapiany jest do rzędnej ~ 60 m n.p.m., a sporadycznie – przy wyjątkowo wysokich stanach Warty do ~ 61 m n.p.m.

5.2. Woda gruntowa

Omawiane podłoże zbudowane jest z gruntów przepuszczalnych i słaboprzepuszczalnych.

Grunty przepuszczalne występują głównie w stropie podłoża i reprezentowane są przez:

- nasypy zbudowane z gruntów niespoistych,

oraz

- piaski wodnolodowcowe,

lokalnie w głębszym podłożu nawiercono soczewkę piasków wśród glin zwałowych.

Grunty słaboprzepuszczalne reprezentowane są przez gliny zwałowe wykształcone jako gliny piaszczyste i piaski gliniaste, których spągu do głębokości 12 m p.p.t. nie osiągnięto.

Seria piasków wodnolodowcowych buduje w rozważanym podłożu warstwę wodonośną z wodą gruntową o zwierciadle swobodnym, która rozciąga się w kierunku południowo – wschodnim/wschodnim a wyklinowuje się w kierunku zbocza. Miąższość tej warstwy wodonośnej jest różna i zależna od usytuowania powierzchni terenu oraz poziomu stropu podścielających glin zwałowych.

W soczewkach piasków w obrębie glin woda posiada zwierciadło napięte o niewielkim ciśnieniu hydrostatycznym.

Jednorazowe obserwacje i pomiary wody gruntowej w podłożu przeprowadzono w otworach wiertniczych w trakcie ich wykonywania w dwóch nw. okresach:

- w dniach 2 – 14 listopada 1971 r. – w ramach dokumentacji archiwalnej wymienionej w p. 1,8,
- w dniu 31 marca 2014 r. – w ramach niniejszej dokumentacji.

W warstwie piasków wodnolodowcowych wodę stwierdzono:

- w listopadzie 1971 r. w obecnie badanym rejonie na głębokościach ca 4,2 – 5,4 m n.p.m., na rzędnych ~ 66,0 – 66,8 m n.p.m.,
- w końcu marca 2014 r. na głębokościach ~ 4,2 – 4,9 m n.p.m., na rzędnych ca 64,8 – 66,5 m n.p.m.;

w rejonach gdzie strop glin zwałowych zalega płycej a więc miąższość warstwy piasków wodnolodowcowych jest mniejsza, wody gruntowej w tym poziomie nie zaobserwowano.

W soczewkach i przewarstwieniach piasków wśród glin wodę w obu okresach pomiarów stwierdzono lokalnie na różnych poziomach (zależnych od występowania piasków), w strefie głębokości 3,1 – 8,5 m p.p.t., na rzędnych 60,0 – 63,5 m n.p.m.

Z załączonych przekrojów widoczne jest iż woda z piasków wodnolodowcowych oraz woda śródglinowa nie wykazują bezpośredniego kontaktu hydraulicznego

Woda z piasków wodnolodowcowych wykazuje ogólny przepływ w kierunku południowo – zachodnim, zgodnie z nachyleniem powierzchni terenu, przy czym w południowym fragmencie terenu przepływ ten jest zaburzony przez głębiej posadowione w tym rejonie budynki zespołu pałacowego, tj. łącznika i oficyny południowej, galerii obrazów oraz powozowni, których fundamenty podpiętrzają swobodny przepływ wody w podłożu.

Z porównania poziomów wody widoczne jest iż w końcu marca 2014 r. woda w obrębie piasków wodnolodowcowych występowała o ca 0,5 m niżej w stosunku do jej poziomów z listopada 1971 r. przy czym należy zwrócić uwagę iż obecnie występują nietypowo jak na warunki wiosenne niskie poziomy wody zarówno w Warcie jak i gruntowej wynikające z w zasadzie bezśnieżnej zimy oraz niewielkich w tym okresie opadów deszczu.

Bardzo orientacyjnie trzeba przyjąć, że w okresie stanów wysokich, po wzmożonych, długotrwałych opadach atmosferycznych oraz po wiosennych roztopach, ustabilizowane zwierciadło wody gruntowej z piasków wodnolodowcowych może tu podnieść się o co najmniej ~1,5 m w stosunku do stanu z marca 2014 r.

Współczynniki filtracji

Z uwagi na ewentualną potrzebę odwodnienia podłoża podaje się poniżej współczynniki filtracji gruntów niespoistych ustalone na podstawie wykresów uziarnienia gruntu w oparciu o wzór amerykański USBSC:

$$k = 0,0036 \cdot d_{20}^{2,3} \text{ [m/s]}$$

Nr otworu	Głębokość pobranej próby	Rodzaj gruntu	Średnica miarodajna d_{20}	Współczynnik filtracji k [m/s]	Średni współczynnik filtracji k [m/s]
1	1,4	Pd	0,12	$27 \cdot 10^{-6}$	$21,7 \cdot 10^{-6}$
2	1,0	Pd	0,10	$18 \cdot 10^{-6}$	
3	1,0	Pd	0,10	$18 \cdot 10^{-6}$	
4	1,5	Pd	0,10	$18 \cdot 10^{-6}$	
4	4,5	Pd	0,11	$22 \cdot 10^{-6}$	
5	1,5	Pd	0,10	$18 \cdot 10^{-6}$	
6	1,7	Pd	0,10	$18 \cdot 10^{-6}$	
6	3,5	Pd	0,10	$18 \cdot 10^{-6}$	
7	5,3	Pd	0,13	$33 \cdot 10^{-6}$	
8	2,4	Pd	0,12	$27 \cdot 10^{-6}$	
8	5,0	Pd	0,11	$22 \cdot 10^{-6}$	
1	2,5	Ps	0,21	$99 \cdot 10^{-6}$	$14,4 \cdot 10^{-5}$
2	1,7	Ps	0,14	$39 \cdot 10^{-6}$	
3	3,0	Ps	0,31	$24 \cdot 10^{-5}$	
4	3,5	Ps	0,23	$12 \cdot 10^{-5}$	
6	5,0	Ps	0,24	$14 \cdot 10^{-5}$	
7	1,3	Ps	0,27	$18 \cdot 10^{-5}$	
7	3,0	Ps	0,28	$19 \cdot 10^{-5}$	
9	1,2	Ps	0,15	$46 \cdot 10^{-6}$	
9	2,5	Ps	0,28	$19 \cdot 10^{-5}$	
9	4,8	Ps+Ż (Po)	0,21	$99 \cdot 10^{-6}$	
10	1,1	Ps	0,28	$19 \cdot 10^{-5}$	
10	3,0	Ps	0,28	$19 \cdot 10^{-5}$	

Chemizm wody gruntowej

W celu ustalenia agresywności wody gruntowej w stosunku do betonu w ramach niniejszej dokumentacji pobrano próbki wody z 2 otworów: nr 7 (woda z piasków wodnolodowcowych) z głębokości 4,80 m p.p.t. oraz z otworu nr 2 z głębokości 4,00 m p.p.t. (woda śródglinowa); stwierdzono, że wg kryteriów normy PN-EN 206-1/2003 woda zarówno z piasków wodnolodowcowych jak i śródglinowa nie wykazuje agresywności (stopień agresywności X_0).

W ramach dokumentacji z 1971 r. wykonano badania 4 próbek wody gruntowej z serii wodnolodowcowej, które także wykazały brak agresywności wody w stosunku do betonu.

Szczegółowe dane dotyczące warstw wodonośnych, rodzaju i głębokości występowania wody gruntowej podano na załączonych kartach dokumentacyjnych otworów oraz przekrojach geotechnicznych.

6. Wnioski

Przeprowadzone badania wykazały, że podłoże rozważanego terenu posiada stosunkowo prostą, przejrzystą budowę geologiczną, wykazuje jednak pewne zróżnicowanie pod względem geotechnicznym.

Warunki gruntowo – wodne można scharakteryzować w następujący sposób:

- 1) Teren położony jest na terasie erozyjno – akumulacyjnej w dolinie rzeki Warty; powierzchnia terenu nachylona jest w kierunku południowo – zachodnim do koryta Warty, przy stwierdzonej w wykonanych otworach różnicy poziomów $\sim 4,6$ m, przy czym zwraca się uwagę, że w rejonie całego terenu zespołu pałacowego różnice w poziomie terenu dochodzą do 15 – 16 m.
- 2) Pod przypowierzchniową warstwą nasypów o miąższości $\sim 0,5 - 2,5$ m do rozpoznanej w wykonanych otworach głębokości 12,0 m p.p.t. podłoże budują grunty rodzime:

- **wodnolodowcowe piaski drobne i średnie** występujące w warstwie o miąższości ~0,6 – 4,8 m w stanie średniozagęszczonym warstw I_A – I_D (o $I_D^{(n)} = 0,40; 0,45$ i $0,60$), a głębiej zagęszczonym warstw I_E i I_F (o $I_D^{(n)} = 0,70$),
- **zwałowe gliny piaszczyste, piaski gliniaste i pospółki gliniaste**, które występują tu w stanie twaroplastycznym warstw II_A i II_B (o $I_L^{(n)} = 0,10$ i $0,05$) oraz półzwartym i zwartym warstwy II_C (o $I_L^{(n)} = 0,00$); w soczewce śródglinowej występują lodowcowe piaski drobne w stanie zagęszczonym warstwy II_E (o $I_D^{(n)} = 0,70$).

3) Wodę gruntową w dniu 31 marca 2014 r. stwierdzono w spągu serii piasków wodnolodowcowych, w których posiadała zwierciadło swobodne oraz lokalnie w niewielkich przewarstwieniach i soczewie piasków wśród glin, gdzie występowała w postaci zwierciadła napiętego lub jako sączenia o niewielkim ciśnieniu hydrostatycznym; wodę z piasków wodnolodowcowych stwierdzono na głębokościach ~4,2 – 4,9 m p.p.t., tj. na rzędnych ca 64,8 – 66,5 m n.p.m.; woda wśród glin występowała w strefie ~3,1 – 8,5 m p.p.t., na rzędnych ca 61,0 i 63,5 m n.p.m.

W okresach stanów wysokich woda z piasków wodnolodowcowych wystąpić może o co najmniej o ~ 1,5 m płycej.

Na podstawie wykonanych badań można podać następującą charakterystykę warunków geotechnicznych, przewidywanego sposobu wzmocnienia fundamentów oraz obniżenia poziomu piwnicy w budynku powozowni.

1. Warunki gruntowe w rozważanym podłożu są korzystne – grunty rodzime posiadają parametry geotechniczne, które pozwalają na dowolny sposób wzmocnienia fundamentów, tj. albo za pomocą pali Jet Grouting albo w sposób tradycyjny przez podmurowanie, przy czym ograniczeniem dla każdej z ww. metod będzie rodzaj i stan fundamentów (fundamenty z cegły, podwaliny kamienne spojone zaprawą czy luźno dopasowane?).

2. Przy ustalaniu sposobu wzmocnienia fundamentów, szczególnie przy rozważaniu ich podmurowania a także przy ustaleniu możliwości obniżenia posadzki w budynku powozowni uwzględnić trzeba obecnie stwierdzone i przewidywane wysokie poziomy zwierciadła wody gruntowej.
3. Z załączonych przekrojów widoczne jest iż fundamenty zewnętrznej (południowo – zachodniej) ściany łącznika południowego oraz zewnętrznej i częściowo szczytowych ścian powozowni mogą być (są) posadowione na warstwie glin zwałowych zaliczonych w niniejszej dokumentacji do grupy II. Zwraca się uwagę, iż są to grunty bardzo wrażliwe na wszelkie zmiany zawilgocenia, na przemarzanie i przesuszenie, a przede wszystkim na dodatkowe nawodnienie, szczególnie przy odprężeniu w dnie wykopu; pod wpływem zawilgocenia gliny te łatwo mogą ulegać uplastycznieniu i pogarszać swe właściwości wytrzymałościowe; ogólnie należy stwierdzić iż gliny w podłożu wymagają ochrony przed niekorzystnym wpływem warunków atmosferycznych i wody gruntowej, zgodnie z zaleceniami podanymi w p. 2.4 normy PN-81/B-03020.
Z uwagi na charakter tych gruntów, pod fundamentami posadowionymi w obrębie glin w przypadku podmurowania nie należy stosować żadnych podsypek z gruntów przepuszczalnych (piaskowo – żwirowych), tylko na dnie wykopów, bezpośrednio po wykonaniu, układać warstwę wyrównawczą/zabezpieczającą z chudego betonu.

Parametry geotechniczne gruntów podane w załączonej tabeli w ramach legendy do przekrojów pozwolą na przeprowadzenie niezbędnych obliczeń statycznych projektowanego obniżenia posadowienia powozowni i przewidywanego wzmocnienia fundamentów.

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

1. Mapa orientacyjna w skali 1: 50 000
2. Mapa dokumentacyjna w skali 1: 1000
3. Objasnienia znaków i symboli
4. Legenda z parametrami
5. Przekroje geotechniczne
6. Karty dokumentacyjne otworów badawczych
7. Wykresy i tabele sondowań CPTU i wykresy sondowań DPL
8. Wykresy uziarnienia gruntu
9. Wyniki badań laboratoryjnych
10. Analiza chemiczna wody gruntowej