



GEO-AQUA

◆ Geologia ◆ Geotechnika ◆
◆ Hydrogeologia ◆ Wiercenie studni ◆

Tel: +48 694085712

e-mail: biuro@geo-aqua.pl

www.geo-aqua.pl

DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO (opinia geotechniczna)

określająca warunki gruntowo-wodne w miejscu projektowanego mostu
w ciągu drogi gminnej 287001P w miejscowości Krzyszczewo

Zleceniodawca:

**Gmina Gniezno
Al. Reymonta 9-11
62-200 Gniezno**

Lokalizacja:

**Krzyszczewo
Dz. nr geod. 44; 45; Ob. Krzyszczewo
Dz. nr geod. 78; Ob. Pyszczyń
Gmina Gniezno
Powiat gnieźnieński
województwo wielkopolskie**

Opracowali:

mgr inż. Wojciech Książkiewicz
upr. geol. XI/32/2015, XII/33/2015

mgr inż. Wojciech Szablewski
upr. geol. VII-1860

inż. Piotr Jęsień

Spis treści:

1. Wiadomości ogólne
 - 1.1 Podstawa prawna opracowania
2. Lokalizacja inwestycji
3. Zakres przeprowadzonych badań
4. Środowisko geograficzne
5. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne
 - 5.1. Budowa geologiczna
 - 5.2. Warunki hydrogeologiczne
6. Geotechniczna charakterystyka gruntów
7. Wnioski

Załączniki graficzne:

1. Mapa lokalizacyjna 1:10 000
2. Mapa dokumentacyjna 1:1000
3. Objasnienia symboli i znaków
4. Zestawienie uogólnionych parametrów geotechnicznych
5. Przekrój geotechniczny
- 6.1- 6.2 Profile geotechniczne
- 7.1-7.3 Karta sondowania CPTU wraz z wykresami
8. Karta sondowania DPL/SLVT
9. Zestawienie badań laboratoryjnych

1. Wiadomości ogólne

Niniejsze opracowanie wykonano na zlecenie Gminy Gniezno z siedzibą przy AL. Reymonta 9-11 w Gnieźnie.

Celem niniejszego opracowania jest ustalenie warunków gruntowo-wodnych oraz określenie parametrów geotechnicznych podłoża w miejscu projektowanego mostu na rzece Struga Gnieźnieńska (Wełnianka). Badania zostały wykonane w pobliżu istniejącego mostu, który jest w złym stanie technicznym.

Wyniki przeprowadzonych badań geotechnicznych pozwolą projektantom na określenie optymalnego poziomu i sposobu posadowienia obiektu, wykonania warstw konstrukcyjnych dróg oraz zastosowanie odpowiednich rozwiązań technicznych w trakcie prac budowlanych zgodnie z obowiązującymi normami. Lokalizacja inwestycji oraz założenia projektowe zostały przedstawione przez Zleceniodawcę.

1.1. Podstawa prawna opracowania

Dokumentację opracowano w oparciu o następujące mapy, literaturę fachową oraz akty prawne:

- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Gniezno;
- J. Kondrackiego „Geografia regionalna Polski” 2000 r.;
- Ustawa „Prawo geologiczne i górnicze” z dnia 09.06.2011 r. art. 3, ust. 7 (Dz. U. 2017, poz. 2126 z późniejszymi zmianami);
- Ustawa „Prawo budowlane” z dnia 07.07.1994 r. art. 34, ust. 3, pkt. 4 (Dz. U. 2017 poz. 1332 z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie MTBiGM w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych z dnia 25.04.2012 r. (Dz. U. Nr 248 poz. 463);
- PN-B-03020:1981 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.”;
- PN-B-02480:1986 „Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.”;
- PN-B-04452:2002 „Geotechnika. Badania polowe.”;
- PN-B-02481:1998 „Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.”;
- PN-B-02479:1998 „Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.”;

Uwaga: W/w normy zostały wycofane z dniem 31 marca 2010 r. lecz pozostają w praktycznym użyciu.

- PN-EN 1997-1 EUROKOD 7 Projektowanie geotechniczne. Zasady ogólne.;
- PN-EN 1997-2 EUROKOD 7 Projektowanie geotechniczne. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.;
- PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.;
- PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Zasady klasyfikowania.
- Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice, T. Lunne, P.K. Robertson, J.J.M. Powell, Wyd. Blackie Academic and Professional, London 1997.;
- Cone Penetration Testing, A Synthesis of Highway Practice, P. Mayne, Transportation Research Board of the National Academies, nr 368, Washington 2007.;
- Seismic piezocone and seismic flat dilatometer tests at Treporti, A.Mc. Gillivray P.W. Mayne, Geotechnical and Geophysical Site Characterization, Porto 2004.;
- Role of Geophysical Testing in Geotechnical Site Characterization, M. Jamiołkowski, Technical University of Torino, 2012.;
- On the correlation of static and dynamic stiffness moduli of noncohesive soils, T. Wichtmann, T. Triantafyllidis, Bautechnik 86, Special Issue S1 "Geotechnical Engineering" 2009.;
- Zastosowanie technik statycznego sondowania do oceny parametrów geotechnicznych podłoża, W. Tschuschke, J. Wierzbicki, Wyd. Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce, Wrocław 1998.;
- Test Procedures for Cone Penetration (CPT) and Cone Penetration with Pore Pressure (CPTU) 1999, TC – 16 (rekomendowany przez International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering).;
- The DMT in Soil Investigations, TC16-2001, (rekomendowany przez International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering).

2. Lokalizacja planowanej inwestycji

Obszar badań terenowych zlokalizowany jest na południowy-wschód od centrum miejscowości Krzyszczewo na dz. nr geod. 44; 45; ob. Krzyszczewo, 78 ob. Pyszczyń w dolinie rzeki Struga Gnieźnieńska (Wełnianka). Obecnie na rzece znajduje się most, przez który przebiega droga gminna 287001P.

3. Zakres przeprowadzonych badań

Na analizowanym terenie w maju i czerwcu 2020r. wykonano:

- tyczenie poszczególnych punktów badawczych;
- 1 sondowanie statyczne CPTU do głębokości 23 m;

Podstawowe badania terenowe metodą statycznego sondowania realizowano piezostożkami, których konstrukcja spełnia wymagania standardu testu CPTU i SCPTU i charakteryzuje następująca geometria: powierzchnia podstawy stożka 10 cm^2 , powierzchnia tulei ciernej 150 cm^2 , kąt wierzchołkowy stożka 60° , i filtr wbudowany bezpośrednio za ostrzem stożka (wg standardu lokalizacja pomiaru u_2). Sondowania prowadzono ze stałą prędkością penetracji, równą 2 cm/s .

Podstawę dla interpretacji diagramów testów statycznego sondowania stanowiły oryginalne wyniki zapisane w formie elektronicznej. W celu wyznaczenia parametrów identyfikujących analizowane grunty, konieczna jest standaryzacja i normalizacja zarejestrowanych parametrów sondowania do postaci współczynników i wskaźników, które wykorzystuje się w systemach klasyfikacyjnych i procedurach interpretacyjnych. Parametrami zarejestrowanymi w standardowym teście są: opór stożka – q_c , tarcie na tulei ciernej – f_s oraz nadwyżka ciśnienia wody w porach – u_2 , które po standaryzacji uzyskują następującą postać:

- skorygowany opór stożka: $q_t = q_c + (1-a)u_2$, uwzględniający wpływ ciśnienia porowego na mierzoną wartość oporu stożka, charakteryzujący ogólną nośność podłoża,
- współczynnik tarcia: $R_f = (f_s/q_t)100\%$, identyfikujący uziarnienie badanych gruntów,
- parametr ciśnienia porowego: $B_q = (u_2 - u_o)/(q_t - \sigma'_{vo})$, identyfikujący warunki drenażu i konsolidacji podłoża oraz umożliwiający określenie rodzaju gruntów oraz wytrzymałości na ścinanie,
- znormalizowany, efektywny opór stożka $Q_t = (q_t - u_2)/\sigma'_{vo}$, umożliwiający ocenę wytrzymałości na ścinanie gruntów związanej z rzeczywistym stanem naprężenia podłoża.

Rozkłady tych parametrów z głębokością wykorzystano do określenia budowy podłoża rodzimego w następującym zakresie:

- oceny jednorodności budowy stratygraficznej wraz z określeniem rodzaju gruntów budujących wydzielone warstwy geotechniczne,
- identyfikacji stanu naprężenia w podłożu gruntowym,
- wyznaczenia wartości parametrów stanu t.j. stopnia plastyczności – I_L i stopnia zagęszczenia - I_D ,
- wyznaczenia wartości parametrów wytrzymałości na ścinanie tj. kąta tarcia wewnętrznego – ϕ' i spójności – c' , a w przypadku gruntów spoistych dodatkowo wytrzymałości na ścinanie bez drenażu – S_u ,
- określenie rozkładu z głębokością modułu odkształcenia gruntu, który odpowiada edometrycznemu modułowi ściśliwości związanemu ze stanem naprężenia, w którym został zbadany.
- 2 otwory geotechniczne do głębokości 21,00-23,00 mb; Łącznie odwiercono 44,00 m. W trakcie wierceń prowadzono bieżące badania makroskopowe gruntów pobieranych z każdego marszu świdra (rodzaj gruntu, domieszki, przewarstwienia, barwę, wilgotność, stan gruntu) oraz obserwacje i pomiary zwierciadła wody gruntowej (poziom nawiercony i ustabilizowany), jeśli zwierciadło wystąpiło;
- pobranie próbek gruntu do badań laboratoryjnych w celu ustalenia parametrów geotechnicznych;
- sondowania DPL/SLVT;
- niwelację techniczną punktów badawczych;
- po zakończeniu prac terenowych wykonane otwory badawcze zlikwidowano poprzez zasypanie urobkiem.

Szczegółową lokalizację otworów geotechnicznych zaznaczono na mapie dokumentacyjnej (zał. 2).

4. Środowisko geograficzne

Pod względem geograficznym teren inwestycji położony jest w obrębie prowincji Niż Środkowoeuropejski, podprowincji Pojezierze Południowobałtyckie, makroregionu Pojezierze Wielkopolskie w mezoregionie Pojezierze Gnieźnieńskie (J. Kondracki „Geografia regionalna Polski” 2000 r.). Teren badań jest zmieniony antropogenicznie tylko w obrębie planowanej inwestycji, o czym świadczy warstwa nasypów niekontrolowanych oraz budowlanych.

5. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

5.1. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną podłoża rozpoznano na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 (arkusz Gniezno), geotechnicznych materiałów archiwalnych oraz badań własnych wykonanych w maju/czerwcu 2020r. (wiercenia i sondowanie do głębokości maksymalnie 23,00 m p.p.t.).

Na podstawie wykonanych prac stwierdzono zaleganie w podłożu utworów czwartorzędowych: plejstocenijskich, holocenijskich oraz utworów antropogenicznych.

Utwory antropogeniczne rozpoznano w postaci nasypów niekontrolowanych (nN) w których skład wchodzi: namuł pylasty, glina piaszczysta, piasek drobny i średni cegły. Miąższość nasypów niekontrolowanych waha się od 1,00-1,30 m.

Na badanym terenie nawiercono także nasypy budowlane (nB), które składały się z piasku średniego oraz kruszywa łamanego. Nasypy budowlane nawiercono w otworze nr 1. Miąższość nasypów waha się od 0,30 – 0,50 mb.

Holocen Utwory holocenijskie reprezentowane są przez grunty organiczne rozpoznane w postaci torfów (T), namułów pylastych (Nmπ), namułów gliniastych (Nmg) oraz namułów (Nm). Grunty holocenijskie rozpoznano także jako piaski drobne (Pd//T, Pd//Nm, Pd//Nm//Pr), piaski średnie (Ps//Nmp, Ps) oraz piaski gliniaste (Pg//Ps, Pg//T, Pg//T+Ps).

Plejstocen Osady plejstocenijskie reprezentowane są przez spoiste utwory lodowcowe pochodzenia lodowcowego, zlodowacenia północnopolskiego. Grunty spoiste rozpoznano jako gliny piaszczyste (Gp//Gπ). W obrębie nawierconych utworów występują lokalnie domieszki i przewarstwienia. Do głębokości wierceń tj. 23,00 p.p.t. nie stwierdzono spągu utworów plejstocenijskich.

5.2 Warunki hydrogeologiczne

W maju 2020 roku podczas wykonywania prac terenowych stwierdzono występowanie zwierciadła wód podziemnych. Woda pochodzi z nawodnionych gruntów niespoistych oraz sączeń. Badania wykonano podczas średnich stanów wód

podziemnych. Zwierciadło poziomu wodonośnego może ulegać wahaniom w cyklu rocznym i wieloletnim.

Tab. 1 Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

NR OTW.	RZĘDNA TERENU	ZWIERCIADŁO WODY PODZIEMNEJ				SĄCZENIA		UWAGI
		NAWIERCONE		USTABILIZOWANE				
		GŁĘBOKOŚĆ	RZĘDNA	GŁĘBOKOŚĆ	RZĘDNA	GŁĘBOKOŚĆ	RZĘDNA	
		[m n.p.m.]	[m p.p.t.]	[m n.p.m.]	[m p.p.t.]	[m n.p.m.]	[m p.p.t.]	
ot-1	101,73	2,90	98,83	2,50	99,18	2,00	99,73	Napięte zwierciadło /sączenia
		4,00	97,73			14,50	87,23	
		6,00	95,73			15,00	86,73	
		18,20	83,53			18,20	83,53	
ot-2	101,68	18,50	83,18	2,50	99,23	2,00	99,68	Napięte zwierciadło /sączenia
						5,40	96,28	
						14,00	87,68	

Poniższa tabela nr 2 przedstawia charakter przepuszczalności gruntów budujących podłoże analizowanego terenu oraz wartość współczynnika filtracji tych gruntów. Nasypowe podłoże gruntowe wykazuje zmienną charakterystykę przepuszczalności.

Tab. 2 Ogólna przepuszczalność gruntów (Pazdro, Kozerski, 1990)

CHARAKTER PRZEPUSZCZALNOŚCI/ RODZAJ GRUNTU	FILTRACJA k [m/s]
DOBRA: piaski średnioziarniste	$10^{-4} - 10^{-3}$
ŚREDNIA: piaski drobnoziarniste	$10^{-5} - 10^{-4}$
SŁABA: piaski gliniaste	$10^{-6} - 10^{-5}$
PÓŁPRZEPUSZCZALNE: gliny piaszczyste	$10^{-8} - 10^{-6}$

Przestrzenną budowę podłoża na dokumentowanym terenie przedstawiono w sposób szczegółowy na przekroju geotechnicznym (zał. 5) oraz na kartach otworów geotechnicznych (zał. 6.1 - 6.2).

6. Geotechniczna charakterystyka gruntów

Warunki geotechniczne określono na podstawie danych uzyskanych z wierceń i sondowań badawczych oraz prac kameralnych.

Na podstawie analizy wykonanych badań na dz. nr geod. 44; 45 i 78 w miejscowości Krzyszczewo stwierdzono, że badany teren charakteryzuje się skomplikowanymi warunkami gruntowymi.

Projektowany most w skomplikowanych warunkach gruntowych proponuje się zaklasyfikować do trzeciej kategorii geotechnicznej, zgodnie z Rozporządzeniem MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r.

Ostateczną decyzję na temat zakwalifikowania inwestycji do kategorii geotechnicznej podejmie projektant konstrukcji.

Na podstawie wnikliwej analizy budowy geologicznej podłoża gruntowego, wydzielono pakiety gruntów. W obrębie pakietów wydzielono warstwy o zbliżonych wartościach parametrów geotechnicznych:

PAKIET I – obejmuje grunty antropogenicznych:

WARSTWA IA – nN , Grunt nasypowy o zmiennych parametrach fizyko-mechanicznych, **grunt słabonośny**;

WARSTWA IB – nB (kruszywo) , Grunt nasypowy, **grunt nośny**;

WARSTWA IC – nB (piaszczysty) , Grunt nasypowy, stan średniozagęszczony, **$I_d=0,48$; grunt nośny warunkowo, wymaga dogęszczenia**;

PAKIET II – obejmuje holocenijskie grunty organiczne:

WARSTWA IIA – T, stan plastyczny; **$I_L = 0,45$; grunt słabonośny**;

WARSTWA IIB1 – Nmπ, stan miękkoplastyczny; **$I_L = 0,51$; grunt słabonośny**;

WARSTWA IIB2– Nmg, Nm//Pd, stan plastyczny; **$I_L = 0,34-0,26$; grunt słabonośny**;

WARSTWA IIB3 – Nmp+Pd, Nm+Pd, stan twardoplastyczny; **$I_L = 0,20$; grunt słabonośny**;

PAKIET III – obejmuje holocenijskie grunty spoiste wykształcone piaski gliniaste. Pod względem genetycznym grunty PAKIETU III wg normy PN-B-03020:1981 zalicza się do grupy genetycznej o symbolu konsolidacji „C” – inne grunty spoiste nieskonsolidowane:

WARSTWA IIIA – Pg/T+Ps, stan miękkoplastyczny; **$I_L = 0,50$** ;

grunt słabonośny;

WARSTWA IIIB – Pg//T, Pg//Ps; stan plastyczny; $I_L = 0,44-0,41$;

grunt słabonośny;

WARSTWA IIIC – Pg//T stan twardoplastyczny; $I_L = 0,14$; **grunt nośny;**

PAKIET IV – obejmuje holocenijskie grunty niespoiste:

WARSTWA IVA1 – Pd//Nm, Pd//Nm//Pr, stan luźny, $I_d=0,26$;

grunt nośny warunkowo; wymaga dogęszczenia;

WARSTWA IVA2 – Pd//T, stan średniozagęszczony, $I_d=0,37$;

grunt nośny warunkowo; wymaga dogęszczenia;

WARSTWA IVB – Ps//Nmp, Ps; stan luźny, $I_d=0,28-0,33$;

grunt nośny warunkowo; wymaga dogęszczenia;

PAKIET V – obejmuje plejstocenijskie grunty spoiste wykształcone gliny piaszczyste. Pod względem genetycznym grunty PAKIETU V wg normy PN-B-03020:1981 zalicza się do grupy genetycznej o symbolu konsolidacji „C” – inne grunty spoiste nieskonsolidowane;

WARSTWA V –Gp//Gπ, stan twardoplastyczny, $I_L = 0,15-0,12$;

grunt nośny.

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw zestawiono w tabeli uogólnionych parametrów geotechnicznych (zał. 4).

7. Wnioski

1. W niniejszej Dokumentacji wyniki badań przedstawiają rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych przeprowadzone zgodnie z zakresem ustalonym ze Zleceniodawcą (ilość i głębokość otworów).
2. Teren badań charakteryzuje się skomplikowanymi warunkami gruntowymi.
3. Projektowany most w skomplikowanych warunkach gruntowych proponuje się zaklasyfikować do trzeciej kategorii geotechnicznej zgodnie z Rozporządzeniem MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r.
4. Ostateczną decyzję na temat zakwalifikowania inwestycji do kategorii geotechnicznej podejmie projektant konstrukcji.

5. Głębokości przemarzania gruntu na analizowanym terenie wynosi $H_z = 0,8$ m p.p.t.
6. W maju i czerwcu 2020 r. podczas wykonywania prac terenowych stwierdzono występowanie zwierciadła wód podziemnych. Badania wykonano podczas średnich stanów wód podziemnych.
7. Nasypy budowlane należy zagęszczać warstwowo (warstwy max. 30 cm) uzyskując wskaźnik zagęszczenia $I_s > 0,98$.
8. Grunty organiczne **Pakietu II** należy traktować jako słabonośne.
9. W związku z występowaniem w obrębie projektowanego obiektu gruntów spoistych w stanie miękkoplastycznym i plastycznym, gruntów niespoistych w stanie luźnym oraz gruntów organicznych, należy przewidzieć wzmocnienie fundamentu lub zaprojektować indywidualny sposób posadowienia mostu.
10. **Grunty Pakietu III i V** są bardzo wrażliwe na zmiany wilgotności, łatwo uplastyczniają się pod wpływem wody. Podczas prowadzenia prac budowlanych należy unikać zalania wykopów, a uplastycznione grunty zastąpić stabilizacją.
11. Roboty ziemne zaleca się prowadzić pod nadzorem uprawnionego geologa.
12. Rozpoznanie budowy podłoża ma charakter punktowy. Dokładne określenie rodzaju i stanu gruntu oraz przełotu warstw dotyczy wyłącznie poszczególnych punktów badawczych.
13. Dokładność określenia przełotu poszczególnych warstw geotechnicznych dla wierceń wynosi ok. $\pm 0,1$ m, co wynika z techniki wykonywanych badań oraz dokładności urządzeń pomiarowych.
14. W przypadku stwierdzenia w czasie wykonywania robót ziemnych niezgodności z wynikami badań geotechnicznych przedstawionymi w niniejszej Dokumentacji należy skontaktować się z jej autorem.