



usługi geologiczne i geotechniczne

ul. Dworcowa 24, 64-530 Kaźmierz, tel. 782-859-311

OPINIA GEOTECHNICZNA

określająca warunki gruntowo-wodne dla projektu rozbudowy drogi krajowej nr 12 na odcinku Kalisz - granica województwa wielkopolskiego, od km 278+202 do km 295+747

Inwestor: Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad,
Oddział w Poznaniu
ul. Siemiradzkiego 5a
60 - 763 Poznań



Zlecniodawca: KFG Sp. z o.o. Sp.k.
Biuro Projektów Drogowych
ul. Wilczak 15
61 - 623 Poznań

KFG S.K.

Opracowali:

mgr Mateusz Mańka
upr. geolog. XI/9/2012, XII/10/2012

inż. Justyna Weber

Kaźmierz, czerwiec 2019 roku



Spis treści

1. WSTĘP.....	3
2. BIBLIOGRAFIA ORAZ NORMY	3
3. ZAKRES PRAC BADAWCZYCH	4
3.1. Prace terenowe	4
4. WARUNKI ŚRODOWISKOWE.....	5
4.1. Stan obecny i założenia inwestycyjne	5
4.2. Morfologia, geologia i położenie terenu badań.....	5
5. METODYKA BADAŃ I PROCEDURY INTERPRETACYJNE BADAŃ CPTU	7
5.1. Metodyka Badań.....	7
5.2. Procedury interpretacyjne.....	7
6. WARUNKI GRUNTOWO-WODNE TERENU	9
6.1. Warunki geotechniczne	9
6.2. Warunki wodne	16
7. POSUMOWANIE I WNIOSKI	18

Załączniki:

- Zał. 1. Mapa orientacyjna
- Zał. 2. Mapa dokumentacyjna
- Zał. 3. Karty otworów geotechnicznych
- Zał. 4. Przekroje geotechniczne
- Zał. 5. Tabela parametrów geotechnicznych
- Zał. 6. Wyniki sondowań statycznych CPTU
- Zał. 7. Objasnienia znaków i symboli



OPINIA GEOTECHNICZNA

określająca warunki gruntowo-wodne dla projektu rozbudowy drogi krajowej nr 12 na odcinku Kalisz - granica województwa wielkopolskiego, od km 278+202 do km 295+747

1. WSTĘP

Badania terenowe dokumentowane w niniejszej opinii dotyczą **terenu położonego wzdłuż drogi krajowej nr 12 na odcinku Kalisz – granica województwa wielkopolskiego, od km 278+202 do km 295+747.**

Celem przeprowadzonych w maju i czerwcu 2019 roku badań terenowych było rozpoznanie warunków podłoża gruntowo-wodnego dla projektu rozbudowy drogi krajowej nr 12, na którą składa się budowa ciągu pieszo-rowerowego, kładki oraz mostu.

2. BIBLIOGRAFIA ORAZ NORMY

Podczas sporządzania niniejszego opracowania (opinii) wykorzystano przedmiotową literaturę i materiały archiwalne:

1. Majer E., Sokołowska M., Frankowski Zb., 2018: Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego. PIG-BIP Warszawa
2. Paczyński B., 1995: Atlas hydrogeologiczny Polski, skala 1: 500 000. Państwowy Instytut Geologiczny
3. Wiłun Z., 2001: Zarys geotechniki. W-wa. WKiŁ.
4. Mapa topograficzna w skali 1:10 000.
5. Mapa geologiczna Polski – Arkusz 622 – Kalisz oraz 623 – Koźminek, w skali 1:50 000

Ponadto w opracowaniu wykorzystano szereg aktów prawnych i materiałów pomocniczych, których wykaz zamieszczono poniżej:

1. Ustawa Prawo Geologiczne i Górnicze z dnia 9 czerwca 2011 r. (tekst jednolity, Dz. U. 2016 r., poz. 1131 z późniejszymi zmianami);



2. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r – Prawo ochrony środowiska. (Dz. U. z dnia 13 marca 2017 r., poz. 1657);
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 roku w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016 r., poz. 2033);
4. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r., - Prawo budowlane. (Dz. U. z 2018 roku poz. 1202 i 1276 tekst jednolity);
5. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych.
6. Normy polskie i europejskie:
 - PN-86/B-02480 *Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów*;
 - PN-B-04452.2002 *Geotechnika. Badania polowe*;
 - PN-88/B-04481 *Grunty budowlane. Badania próbek gruntu*;
 - PN-S-02205 *Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania*;
 - PN-EN 1997-1 *Eurokod-7 Projektowanie geotechniczne. Zasady ogólne*;
 - PN-EN 1997-2 *Eurokod-7 Projektowanie geotechniczne. Rozpoznanie i badanie*

3. ZAKRES PRAC BADAWCZYCH

3.1. Prace terenowe

Na podstawie przeprowadzonych badań, dla ciągu pieszo-rowerowego stwierdzono proste warunki gruntowe i sugeruje się przyjęcie pierwszej kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego, dla kładki stwierdzono proste warunki gruntowe i sugeruje się przyjęcie drugiej kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego, natomiast dla mostu stwierdzono złożone warunki gruntowe i sugeruje się przyjęcie drugiej kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego (*Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych*). Ostateczną decyzję w tej sprawie zgodnie z w/w Rozporządzeniem podejmie Projektant.

Dla realizacji zamierzonego celu na zlecenie Zamawiającego, wykonano 100 otworów geotechnicznych w przedziale głębokości 2,00 – 18,80 m p.p.t. Miejsca ich wykonania zostały wyznaczone przez Zamawiającego i zaznaczone zostały na dołączonej mapie



dokumentacyjnej (**zał. 2**). Otwory geotechniczne nr 13 i 14 wykonane zostały dla projektu budowy kładki, otwory nr 55 i 57 wykonano dla projektu budowy mostu, natomiast pozostałe otwory geotechniczne wykonano dla projektu budowy ciągu pieszo-rowerowego. Dodatkowo, dla lokalizacji kładki, wykonano dwa sondowania statyczne CPTU, do głębokości 10,30 – 11,50 m p.p.t. Ze względu na bardzo wysokie opory gruntu, sondowań nie wykonano do zakładanej głębokości.

W trakcie badań „in situ” podłoża gruntowego rodzaj (litologię) występujących w profilu gruntów określono na podstawie prób pobieranych w trakcie wierceń zgodnie z PN-EN 1997-2 w oparciu o analizę makroskopową.

4. WARUNKI ŚRODOWISKOWE

4.1. Stan obecny i założenia inwestycyjne

Badany teren znajduje się wzdłuż drogi krajowej nr 12, na odcinku Kalisz – granica województwa wielkopolskiego. Teren obszaru badań jest w większości płaski z niewielkimi pofałdowaniami terenu. Badania wykonane zostały w poboczu istniejącej drogi. W sąsiedztwie terenu badań znajdują się budynki mieszkalne oraz pola uprawne.

Celem przeprowadzonych w maju i czerwcu 2019 roku badań terenowych było rozpoznanie warunków podłoża gruntowo-wodnego dla projektu rozbudowy drogi krajowej nr 12, na którą składa się budowa ciągu pieszo-rowerowego, kładki oraz mostu.

4.2. Morfologia, geologia i położenie terenu badań

• Miasto - Gmina Kalisz

Miasto Kalisz według regionalnego podziału fizycznogeograficznego jest położone na Nizinie Południowowielkopolskiej, we wschodniej części mezoregionu Wysoczyzny Kaliskiej, nad rzeką Prosną. Obszar miasta można podzielić na trzy części o zróżnicowanej rzeźbie, tj. prawie płaskie dno doliny Prosny (98-107 m n.p.m.), silniej pofałdowaną i wzniesioną wysoczyznę morenową w północnej i wschodniej części miasta (do ok. 150 m n.p.m.) oraz słabiej pofałdowaną wysoczyznę morenową w zachodniej części (do ok. 140 m n.p.m.). Ogólnie deniwelacje w granicach miasta i gminy przekraczają 50 m.



W budowie geologicznej obszaru w wierzchniej warstwie występują osady czwartorzędowe o różnej miąższości. Największą miąższością cechują się osady czwartorzędowe w dolinie Prosny, której dno pokrywają głównie osady rzeczne (piaski, żwiry, ropy, mółki i torfy). Wysoczyzny zbudowane są z glin zwałowych oraz częściowo je przykrywających piasków i żwirów polodowcowych. Najwyższe w obrębie Kalisza wzniesienie na Winiarach jest kemem, zbudowanym z piasków, żwirów i mółków. Poniżej występują utwory trzeciorzędowe (plioceńskie), w tym ropy (w tym szare, szarozielone, zielone, niebieskie i pstre).

- **Gmina Opatówek**

Gmina Opatówek leży w południowo-wschodniej części Wielkopolski w sąsiedztwie najstarszego miasta w Polsce - Kalisza. Obejmuje malownicze tereny Wysoczyzny Kaliskiej poprzecinane rzecznyymi dolinami dopływów Prosny: Pokrzywnicy, Cieni i Swędni.

Atutem Gminy jest jej położenie na Wysoczyźnie Kaliskiej. Nad dolinami rzecznyymi Pokrzywnicy, Cieni (Trojanówki) i Swędni górują wzniesienia: w Chełmcach (187 m n.p.m.), w Rajsku (177,2 m n.p.m.) i w Tłokini Kościelnej (164,7 m n.p.m.). W okolicach Opatówka, Porwit i Nędzorzewa znajdują się polodowcowe wzgórza morenowe. Na Pokrzywnicy w miejscowości Szałe został utworzony w latach 70. XX w. sztuczny zbiornik wodny o powierzchni ok. 170 ha. Zalew ciągnie się na długości 4 km od mostu na Pokrzywnicy w Szale do tamy na wysokości Winiar i osiąga szerokość 0,5 km. Zalesienie gminy jest niewielkie i stanowi 7,6 % jej powierzchni. Niewielkie obszary leśne znajdują się w Opatówku, Borowie, Michałowie, Dębem Kolonii, Cieni Trzeciej i Porwitach.

- **Gmina Szczytniki**

Gmina położona jest w południowo-wschodniej części województwa wielkopolskiego, na pograniczu z łódzkim. Według podziału fizycznogeograficznego, obszar gminy znajduje się na Nizinie Południowowielkopolskiej, na pograniczu Wysoczyzny Złoczewskiej, Tureckiej i Kotliny Grabowskiej. Rzeźba terenu związana jest z działalnością lodowców i ma charakter płaskorówninny, o małym urozmaiceniu morfologicznym i różnicach wysokości od 120,0 do 17,00 m n.p.m. Obszary wydmowe w południowej części gminy powodują niewielkie pofalowanie terenu.

Gmina Szczytniki leży na podłożu paleozoicznym o mało urozmaiconej budowie geologicznej, z zalegającymi środkowo i górno – mioceńskimi osadami serii poznańskiej. Jej obszar znajduje się w obrębie monokliny Przedsudeckiej.



Powierzchnię pokrywają utwory zlodowacenia środkowopolskiego. Cały areal ma charakter równiny, lokalnie falisty, urozmaicony wydhami. Obniżenia stanowią doliny rzek, którymi odprowadzone zostały wody fluwiogłacjalne.

Podsumowując, teren gminy Szczytniki jest pasmem wysoczyzn morenowych, zbudowanych z przemieszanych utworów piaszczystych, gliniastych i żwirowych.

5. METODYKA BADAŃ I PROCEDURY INTERPRETACYJNE BADAŃ CPTU

5.1. Metodyka Badań

W badaniach penetracyjnych zastosowano piezostożki elektryczne, umożliwiające ciągłą rejestrację z głębokością trzech charakterystyk penetracji: oporu stożka – q_c , tarcia na tulei ciernej – f_s i nadwyżki ciśnienia porowego – u_2 . Stożki charakteryzowała standardowa geometria: powierzchnia podstawy – 10 cm², powierzchnia tulei ciernej – 150 cm² i kąt wierzchołkowy 60°. Stożki wciskano w podłoże ze stałą prędkością 2 cm/s. Metalowy filtr służący do pomiaru nadwyżki ciśnienia porowego umieszczony został bezpośrednio za ostrzem stożka (wg standardu lokalizacja pomiaru – u_2). Stożki zarówno przed jak i po wykonaniu testów poddano kalibracji i odpowietrzaniu.

5.2. Procedury interpretacyjne

Podstawę dla interpretacji diagramów testów statycznego sondowania stanowiły wyniki zapisane w oryginalnej formie elektronicznej. W celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych wydzielonych w podłożu warstw gruntów konieczna jest standaryzacja i normalizacja zarejestrowanych parametrów sondowania do postaci współczynników i wskaźników, które wykorzystuje się w systemach klasyfikacyjnych i procedurach interpretacyjnych, (International Test Procedure for Cone Penetration Test – ISSMGE).

W procedurze interpretacyjnej wykorzystano następujące parametry sondowania;

- opór stożka – q_c ,
- współczynnik tarcia - R_f , wyznaczony z charakterystyk: tarcia na tulei ciernej i oporu stożka, parametr ten identyfikuje uziarnienie gruntów,
- rejestracja nadwyżki ciśnienia porowego U_2 ;

Rozkłady dwóch parametrów z głębokością wykorzystano do określenia budowy i właściwości podłoża gruntowego w następującym zakresie:



- budowy stratygraficznej wraz z określeniem rodzaju gruntów, budujących wydzielone w podłożu warstwy geotechniczne,
- wyznaczenia wartości parametrów stanu tj. stopnia zagęszczenia – I_D i stopnia plastyczności – I_L , oraz obliczenia ich tzw. wartości operacyjnych,
- określenia wytrzymałości gruntów na ścinanie za pomocą parametrów wyrażonych w naprężeniach efektywnych (Φ' dla gruntów niespoistych i Φ' , C' dla gruntów spoistych) oraz dodatkowo dla gruntów spoistych określono wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu (S_u),
- określenie ściśliwości podłoża poprzez wyznaczenie edometrycznych modułów ściśliwości pierwotnej (M_o) dla poszczególnych warstw podłoża.

Charakterystyki penetracji, uzupełnione krzywą zmian współczynnika tarcia – R_f z głębokością, stanowiły materiał wyjściowy dla ustalenia rodzaju i stanu gruntów występujących w podłożu. W interpretacji krzywych penetracji wykorzystano system klasyfikacyjny, opracowany przez firmę PGiG ManGeo oraz system Robertsona. W analizie statystycznej charakterystyk penetracji wykorzystano 8-stopniową procedurę Hardera-Bloha, zgodnie, z którą parametry sondowania poddano filtracji, a krzywe penetracji zostały wygładzone. W celu ustalenia granic poszczególnych warstw, zalegających w podłożu gruntowym oraz określenia rodzaju i stanu gruntów budujących te warstwy, analizowano przebieg pięciu charakterystyk sondowania z głębokością, a mianowicie; skorygowanego oporu stożka – q_n , tarcia na tulei ciernej – f_s , współczynnika tarcia – R_f , ciśnienia porowego – u_c oraz tzw. parametru ciśnienia porowego – B_q .

Grupowanie danych dla wydzielenia jednorodnych geotechnicznie warstw gruntów w podłożu przeprowadzono w dwóch etapach. Danymi, które podlegały grupowaniu były w pierwszym etapie opór stożka – q_t i współczynnik tarcia – R_f . W tym etapie zastosowano procedurę Hardera-Bloha, która pozwoliła rozdzielić warstwy według kryteriów statystycznych.

W celu wyznaczenia parametrów stanu gruntów wykorzystano diagramy opracowane w firmie PGiG ManGeo, w których uwzględniono aktualne rozwiązania teoretyczne, w tym procedurę Jamiołkowskiego (2001) oraz obszerny materiał dokumentacyjny firmy (Młynarek, 2007).

Parametry ścinania wydzielonych w podłożu warstw gruntów wyznaczono oddzielnymi metodami dla gruntów spoistych oraz niespoistych. W przypadku gruntów spoistych parametry te wyznaczono na podstawie wartości średnich parametrów sondowania



(B_q i N_m) metodą Senneseta (1988). Do opisu wytrzymałości warstw tych gruntów, wykorzystano także inny parametr, a mianowicie niedrenowaną wytrzymałość na ścinanie S_U . Wartość tą obliczono za pomocą współczynnika stożka – N_{kt} , wyznaczonego z zależności pomiędzy wskaźnikiem plastyczności – I_p i współczynnikiem tarcia – R_f , (Lunne, Robertson, Powell – 1997).

Punktem wyjścia dla wyznaczenia wytrzymałości na ścinanie gruntów niespoistych była ocena stopnia prekonsolidacji podłoża. W etapie tym zastosowano procedurę Jamiołkowskiego (2001), wyznaczając najpierw parametr stanu – stopień zagęszczenia na podstawie zależności dla piasków, o różnym uziarnieniu - odpowiednio dla gruntów typu NC i OC. W doborze zależności uwzględniono typ mineralogiczny ziaren wymienionych wyżej gruntów. W końcowym etapie wyznaczono krytyczną, maksymalną (tzw. peak) wartość kąta tarcia wewnętrznego dla gruntów typu NC według zależności Schmertmanna (1978), natomiast dla gruntów OC, zgodnie ze zmodyfikowaną przez Jamiołkowskiego teorią Boltona (1986).

W celu wyznaczenia parametrów deformacji, wyrażonych za pomocą edometrycznego modułu ściśliwości pierwotnej – M_o , wykorzystano metodę Mayne (2001) i Lunne (1997). We wszystkich zależnościach tych uwzględniono współczynniki korekcyjne wyznaczone przez firmę PGiG ManGeo, które uzyskano na podstawie archiwalnego materiału dokumentacyjnego z badań CPTU i badań laboratoryjnych.

6. WARUNKI GRUNTOWO-WODNE TERENU

6.1. Warunki geotechniczne

- **Ciąg pieszo rowerowy**

Warunki geotechniczne określa się jako proste. Od powierzchni terenu nawiercono grunty nasypowe pochodzenia antropogenicznego, wykształcone w postaci nasypów niekontrolowanych o zróżnicowanym wykształceniu litologicznym, w stanie luźnym i średnio zagęszczonym oraz o stanie konsystencji twardoplastycznej, plastycznej i miękkoplastycznej. Miąższość nasypów we wskazanych punktach badawczych wynosi od 0,30 do 3,60 m. Dodatkowo, rozpoznano warstwy nasypów budowlanych wykonanych z piasków drobnych lub piasków pylastych, w stanie średnio zagęszczonym.

Ponadto, w otworach badawczych nr 18, 41-42, 45-53, 61-62, 67-70, 72-79, 87-88, 90-100 oraz 102-104, od powierzchni terenu nawiercono warstwę gleby o miąższości 0,10 – 1,00 m.



Kolejno, nawiercono plejstocenijskie grunty niespoiste pochodzenia wodnolodowcowego, wykształcone w postaci piasków pylastych, piasków drobnych, piasków średnich, piasków grubych, pospólek oraz żwirów, w stanie luźnym, średnio zagęszczonym, zagęszczonym i bardzo zagęszczonym.

Następnie, często w obrębie pokładów piaszczystych, nawiercono plejstocenijskie spoiste grunty pochodzenia lodowcowego, o uziarnieniu piasków gliniastych i glin piaszczystych, o stanie konsystencji zwartej, półzwartej, twardoplastycznej, plastycznej oraz miękoplastycznej.

Dodatkowo, głównie w otworach nr 36-38 oraz 40-44, nawiercono soczewy spoistych grunów pochodzenia zastoiskowego, o uziarnieniu pyłów, pyłów piaszczystych, glin pylastych oraz glin pylastych zwięzłych, o stanie konsystencji zwartej, półzwartej, twardoplastycznej, plastycznej i miękoplastycznej.

Lokalnie, w kilku otworach badawczych, nawiercono grunty organiczne w postaci namulów gliniastych, namulów piaszczystych oraz torfów, o stanie konsystencji twardoplastycznej na pograniczu plastycznej, plastycznej na pograniczu miękoplastycznej oraz o stanie konsystencji miękoplastycznej. Grunty spoiste miękoplastyczne – zarówno grunty pochodzenia lodowcowego, organicznego jak i grunty zastoiskowe – ($I_L \geq 0,50$) uznawane są za grunty słabonośne.

W otworze nr 104, na głębokości 2,40 m p.p.t. nawiercono mioceńskie grunty ilaste wykształcone w postaci ilów z domieszką kamieni, o stanie konsystencji półzwartej.

Warunki geotechniczne określono na podstawie danych uzyskanych z wierceń badawczych. Niezbędne parametry geotechniczne ustalono metodą korelacji oraz wzorów empirycznych i doświadczeń.

- **Kładka** (otwory wiertnicze nr 14-15; sondowania statyczne nr CPTU-13 i CPTU-16)

Warunki geotechniczne określa się jako proste. Od powierzchni terenu nawiercono grunty próchniczne, wykształcone w postaci gleby złożonej z piasków drobnych próchnicznych z domieszką żwiru. Miąższość gleby we wskazanych otworach wynosi 1,50 – 1,70 m.

Poniżej spągu gleby, nawiercono plejstocenijskie spoiste grunty pochodzenia lodowcowego, wykształcone w postaci piasków gliniastych i glin piaszczystych, o stanie konsystencji półzwartej i twardoplastycznej. W otworze nr 15, od głębokości 6,70 m p.p.t., nawiercono plejstocenijskie spoiste grunty pochodzenia zastoiskowego, o uziarnieniu glin pylastych i pyłów, o stanie konsystencji twardoplastycznej. Miąższość grunów zastoiskowych wynosi 5,30 m.



Od głębokości 7,60 m p.p.t. (otwór nr 14) i 12,00 m p.p.t. (otwór nr 15), rozpoznano plejstoceny niespoiste pochodzenia wodnolodowcowego, wykształcone w postaci piasków pylastych i piasków drobnych, w stanie bardzo zagęszczonym. Grunty piaszczyste występują do głębokości rozpoznania, tj. do 15,00 m p.p.t. Opisane wyżej warunki potwierdzają wykonane sondowania statyczne CPTU -13 i CPTU-16. Na ich podstawie stwierdzić należy, że podłoże gruntowe jest nośne. Do głębokości 1,60 – 1,70 m p.p.t. zalegają piaski drobne o stanie zagęszczenia $ID = 0,55 - 0,82$. Głębiej zalega pokład glin o stanie konsystencji od plastycznej na pograniczu twardoplastycznej do półzwardnej co odpowiada $IL = 0,28 - 0,05$ i $Mo = 13,0 - 39,0$ MPa. W sondowaniu CPTU-16, zarejestrowano warstwę osadów pylastych wykształconych jako pyły i gliny pylaste o $IL = 0,00 - 0,15$ co daje wartości modułów w granicach 27,0 – 59,0 MPa. Całość zalega na warstwie piasków pylastych i drobnych o $ID = 0,73 - 0,89$ co daje wartości $Mo = 52,0 - 70,0$ MPa

- **Most** (otwory wiertnicze nr 55 i 57)

Warunki geotechniczne określa się jako złożone. Od powierzchni terenu nawiercono grunty próchniczne, wykształcone w postaci gleby złożonej z piasków gliniastych próchnicznych. Miąższość gleby we wskazanych otworach wynosi 0,40 – 0,70 m.

Poniżej spągu gleby, w otworze nr 57, nawiercono plejstoceny spoiste grunty pochodzenia lodowcowego, wykształcone w postaci piasków gliniastych, o stanie konsystencji twardoplastycznej. Poniżej piasków gliniastych nawiercono 0,20-m przewarstwienie piasków grubych z domieszką żwiru, w stanie średnio zagęszczonym.

W otworze nr 55, poniżej gleby, od głębokości 0,70 m p.p.t. nawiercono plejstoceny niespoiste grunty pochodzenia wodnolodowcowego, o uziarnieniu piasków średnich z domieszką żwiru lub piasków drobnych przewarstwionych piaskami drobnymi próchnicznymi, w stanie średnio zagęszczonym.

Od głębokości 3,00 m p.p.t. (otwór nr 55) i 1,10 m p.p.t. (otwór nr 57), rozpoznano holoceny grunty organiczne, wykształcone w postaci namulów i torfów, o stanie konsystencji plastycznej. Grunty organiczne sięgają głębokości 4,00 m p.p.t. (otwór nr 55) oraz 5,40 m p.p.t. (otwór nr 57).

Kolejno, nawiercono piaski drobne i piaski średnie, w stanie średnio zagęszczonym. Poniżej gruntów piaszczystych, na głębokości 6,10 m p.p.t. (otwór nr 55) nawiercono plejstoceny spoiste grunty pochodzenia zastoiskowego, o uziarnieniu pyłów, o stanie konsystencji twardoplastycznej. Miąższość pyłów wynosi 0,90 m. Poniżej pyłów rozpoznano



plejstocieńskie gliny piaszczyste z domieszką żwiru, o stanie konsystencji półzwartej. Z kolei w otworze nr 57, od głębokości 5,70 m p.p.t., nawiercono gliny piaszczyste z domieszką żwiru, o stanie konsystencji półzwartej.

Poniżej glin, nawiercono kolejne pokłady gruntów piaszczystych, w stanie średnio zagęszczonym, a następnie, od głębokości 11,00 – 12,20 m p.p.t., przewarstwienie glin piaszczystych, o stanie konsystencji półzwartej. Poniżej gliny nawiercono następne pokłady piasków (piaski średnie lub piaski średnie z domieszką żwiru), w stanie średnio zagęszczonym oraz następne, niżej zalegające grunty spoiste w postaci glin piaszczystych z domieszką zwietrzliny kredy, o stanie konsystencji twardoplastycznej.

Od głębokości 16,00 m p.p.t. (otwór nr 55) i 17,80 m p.p.t. (otwór nr 57), nawiercono jurajskie grunty skaliste w postaci wapieni. Ze względu na brak postępu wiercenia, otwory wiertnicze zakończono na głębokościach 16,60 m p.p.t. i 18,80 m p.p.t. Ze względu na zróżnicowany charakter podłoża zaleca się wykonanie sondowań CPTU w celu oceny wartości parametrów geotechnicznych.

Ze względu na genezę i uziarnienie gruntów rodzimych występujących w podłożu, wydzielono siedem grupy gruntów.

W obrębie grupy, w przypadku zróżnicowania litologicznego i wytrzymałościowego, wyodrębniono warstwy geotechniczne.

Grupa I – obejmuje nasypowe grunty pochodzenia antropogenicznego. Wydzielono dwie warstwy geotechniczne.

WARSTWA Ia – nasypy niekontrolowane wykonane z piasków drobnych próchnicznych,

piasków średnich próchnicznych i piasków drobnych z licznymi domieszkami piasków pylastych, gruzu ceglanego, tłucznia, kamieni, żużla, humusu, pyłu i namułu, suche, mało wilgotne i wilgotne, w stanie luźnym, luźnym na pograniczu średnio zagęszczonego oraz zagęszczonym.

Nasypy niekontrolowane wykonane z namulów gliniastych, namulów, piasków gliniastych i pyłów piaszczystych z licznymi domieszkami lub przewarstwieniami pyłów, śmieci, gruzu ceglanego i tłucznia, mało wilgotne i wilgotne, o stanie konsystencji twardoplastycznej, plastycznej, plastycznej na pograniczu miękkooplastycznej oraz miękkooplastycznej.



WARSTWA Ib – nasypy budowlane wykonane z piasków drobnych lub piasków średnich z domieszkami żwiru, kamieni, pyłu, namułu i piasków drobnych próchnicznych, suche, wilgotne i nawodnione, w stanie średnio zagęszczonym.

Grupa II – obejmuje plejstocénskie niespoiste grunty pochodzenia wodnolodowcowego. Wydzielono sześć warstw geotechnicznych.

WARSTWA IIa – piaski pylaste, piaski drobne i piaski drobne próchniczne z domieszkami lub przewarstwieniami pyłów, pyłów piaszczystych, glin piaszczystych i żwiru, mało wilgotne, wilgotne i nawodnione, w stanie średnio zagęszczonym, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D = 0,49$.

WARSTWA IIb – piaski drobne, piaski pylaste i piaski drobne zaglinione z domieszkami lub przewarstwieniami pyłów, piasków średnich, tlenków żelaza, piasków gliniastych i żwiru, mało wilgotne, wilgotne i nawodnione, w stanie średnio zagęszczonym na pograniczu zagęszczonego, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D = 0,63$.

WARSTWA IIc – piaski drobne, piaski pylaste i piaski drobne zaglinione, mało wilgotne, wilgotne i nawodnione, w stanie bardzo zagęszczonym, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D = 0,82$.

WARSTWA IId – piaski średnie i piaski średnie z domieszką żwiru, wilgotne i nawodnione, w stanie średnio zagęszczonym, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D = 0,48$.

WARSTWA IIe – piaski średnie, piaski grube, piaski średnie z domieszką gliny piaszczystej, żwiru i tlenków żelaza, wilgotne i nawodnione, w stanie średnio zagęszczonym na pograniczu zagęszczonego oraz w stanie zagęszczonym, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D = 0,65$.

WARSTWA IIIf – pospółki oraz pospółki przewarstwione piaskami drobnymi, wilgotne i nawodnione, w stanie średnio zagęszczonym, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D = 0,56$.



Grupa III – obejmuje plejstocieńskie spoiste grunty pochodzenia lodowcowego. Grunty te oznaczono symbolem konsolidacji B. Wydzielono cztery warstwy geotechniczne.

WARSTWA IIIa – piaski gliniaste, gliny piaszczyste z domieszką żwiru i piaski gliniaste z domieszką żwiru, wilgotne, o stanie konsystencji miękkoplastycznej, o uogólnionym stopniu plastyczności $I_L = 0,46$.

WARSTWA IIIb – gliny piaszczyste z domieszką żwiru, piaski gliniaste z domieszką żwiru, gliny piaszczyste, gliny piaszczyste przewarstwione piaskami średnimi lub piaskami drobnymi, wilgotne, o stanie konsystencji plastycznej, o uogólnionym stopniu plastyczności $I_L = 0,27$.

WARSTWA IIIc – gliny piaszczyste przewarstwione piaskami drobnymi z domieszką żwiru, gliny piaszczyste z domieszką żwiru przewarstwione piaskami drobnymi, gliny, gliny piaszczyste przewarstwione piaskami drobnymi oraz piaski gliniaste na pograniczu piasków drobnych, wilgotne, o stanie konsystencji twardoplastycznej, o uogólnionym stopniu plastyczności $I_L = 0,16$.

WARSTWA IIId – piaski gliniaste, gliny piaszczyste zwarte, piaski gliniaste przewarstwione piaskami pylastymi i piaski gliniaste z domieszką żwiru, wilgotne, o stanie konsystencji zwartej i półzwartej, o uogólnionym stopniu plastyczności $I_L = 0,03$.

Grupa IV – obejmuje plejstocieńskie spoiste grunty pochodzenia zastoiskowego. Grunty te oznaczono symbolem konsolidacji C. Wydzielono cztery warstwy geotechniczne.

WARSTWA IVa – pyły, gliny pylaste na pograniczu pyłów oraz pyły przewarstwione piaskami drobnymi, wilgotne, o stanie konsystencji miękkoplastycznej, o uogólnionym stopniu plastyczności $I_L = 0,54$.

WARSTWA IVb – pyły, pyły piaszczyste, pyły piaszczyste na pograniczu piasków pylastych, pyły przewarstwione namulem gliniastym, pyły przewarstwione gliną



piaszczystą przewarstwowaną piaskiem drobnym, wilgotne, o stanie konsystencji plastycznej, o uogólnionym stopniu plastyczności $I_L = 0,32$.

WARSTWA IVc – pyły, pyły piaszczyste, gliny pylaste, pyły na pograniczu glin pylastych oraz pyły piaszczyste przewarstwione piaskami drobnymi, wilgotne, o stanie konsystencji twardoplastycznej, o uogólnionym stopniu plastyczności $I_L = 0,19$.

WARSTWA IVd – gliny pylaste i gliny pylaste związane na pograniczu iłu, wilgotne, o stanie konsystencji zwartej, o uogólnionym stopniu plastyczności $I_L = 0,0$.

Grupa V – obejmuje mioceńskie spoiste grunty ilaste formacji poznańskiej. Grunty te oznaczono symbolem konsolidacji D. Wydzielono jedną warstwę geotechniczną.

WARSTWA V – iły z domieszką kamieni, wilgotne, o stanie konsystencji półzwartej, o stopniu plastyczności $I_L = 0,05$.

Grupa VI – obejmuje holocenne grunty pochodzenia organicznego. Wydzielono jedną warstwę geotechniczną.

WARSTWA VI – namuły gliniaste, namuły piaszczyste oraz torfy, wilgotne i mokre, o stanie konsystencji twardoplastycznej na pograniczu plastycznej, plastycznej, plastycznej na pograniczu miękkoplastycznej oraz o stanie konsystencji miękkoplastycznej.

Grupa VII – obejmuje jurajskie grunty skaliste. Wydzielono jedną warstwę geotechniczną.

WARSTWA VII – wapienie.

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw zestawiono w tabeli parametrów geotechnicznych (załącznik nr 5).



Budowę geologiczną z podziałem na warstwy geotechniczne pokazano na kartach otworów geotechnicznych (załącznik nr 3) oraz na przekrojach geotechnicznych (załączniki nr 4.1-4.16).

Warunki w podłożu oraz wymiary projektowanego obiektu sprawiają, że dla ciągu pieszo-rowerowego stwierdzono proste warunki gruntowe i sugeruje się przyjęcie pierwszej kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego, dla kładki stwierdzono proste warunki gruntowe i sugeruje się przyjęcie drugiej kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego, natomiast dla mostu stwierdzono złożone warunki gruntowe i sugeruje się przyjęcie drugiej kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego (*Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych*). Ostateczną decyzję w tej sprawie zgodnie z w/w Rozporządzeniem podejmie Projektant. Dodatkowo, podczas projektowania, zaleca się zwrócić szczególną uwagę na występujące w podłożu warstwy śląbonośnych gruntów spoistych pochodzenia zastoiskowego i lodowcowego, o stanie konsystencji miękkoplastycznej ($I_L \geq 0,50$) oraz wszystkich gruntów organicznych, które są gruntami nienośnymi.

6.2. Warunki wodne

Dokumentowane podłoże charakteryzuje się prostą budową hydrogeologiczną. Na badanym terenie, do głębokości rozpoznania, występują grunty o charakterze dobrze przepuszczalnym i słabo przepuszczalnym.

Grunty dobrze przepuszczalne to grunty nasypowe wykonane z utworów niespoistych (grupa gruntów I) oraz grunty piaszczyste (grupa gruntów II). Grunty słabiej przepuszczalne to grunty nasypowe wykonane z utworów spoistych (grupa gruntów I) oraz grunty spoiste pochodzenia lodowcowego (grupa gruntów III). Grunty słabo przepuszczalne to grunty spoiste pochodzenia zastoiskowego (grupa gruntów IV i V) oraz grunty organiczne (grupa gruntów VI).

W okresie, w którym prowadzono prace terenowe (maj / czerwiec 2019 r.), w czasie wierceń do głębokości rozpoznania zaobserwowano występowanie wody gruntowej w postaci zwierciadeł swobodnych, napiętych oraz sączeń śródglinowych.



- **Ciąg pieszo-rowerowy**

Dla odcinka DK12 od nr 1 do 12 oraz od nr 17 do 54 i od nr 59 do 104:

Woda gruntowa występuje w postaci zwierciadła swobodnego, w zakresie głębokości od 0,30 do 6,00 m p.p.t. Napięte zwierciadło wody gruntowej nawiercono w zakresach głębokości 1,40 – 7,80 m p.p.t. Dodatkowo, lokalnie, nawiercono zwierciadło wody gruntowej w postaci sączeń śródglinowych, na głębokościach od 1,00 do 3,50 m p.p.t. Poziom wody po wykonanych wierceniach ustabilizował na głębokościach od 0,30 do 6,00 m p.p.t.

- **Kładka**

Dla odcinka DK 12, otwory od nr 14 do nr 15 oraz sondowania nr CPTU-13 i CPTU-16

Podczas wykonywanych badań, nie zaobserwowano występowania zwierciadła wody gruntowej.

- **Most**

Dla odcinka DK 12: otwory nr 55 i 57

Woda gruntowa występuje w postaci zwierciadła swobodnego, w zakresie głębokości od 1,90 do 2,60 m p.p.t. Zwierciadła napięte zaobserwowano na głębokości 4,00 – 5,40, 7,70 – 10,80 i 12,80 – 14,30 m p.p.t. Poziom wody po wykonanych wierceniach ustabilizował się w zakresie głębokości od 1,90 do 2,60 m p.p.t. (zał. 4. – przekrój nr IX-IX).

Stan wód gruntowych, w naturalny sposób podlegać będzie sezonowym wahaniom wynikającym z jednej strony z okresów bezdeszczowych, z drugiej zaś z występowania długotrwałych okresów opadów atmosferycznych oraz wiosennych roztopów. W ujęciu szerszym poziom wód gruntowych zależy od ogólnej sytuacji hydrologicznej oraz stanu lokalnych wód.

Wody opadowe będą stagnować na stropie gruntów spoistych, a po silnych opadach nawałnych lub wiosennych roztopach poziom może wzrastać.



7. POSUMOWANIE I WNIOSKI

Celem przeprowadzonych w maju i czerwcu 2019 roku badań terenowych było rozpoznanie warunków podłoża gruntowo-wodnego dla projektu rozbudowy drogi krajowej nr 12, na którą składa się budowa ciągu pieszo-rowerowego, kładki oraz mostu.

Zebrane materiały pozwalają na sformułowanie następujących wniosków i zaleceń projektowych:

- Warunki w podłożu oraz wymiary projektowanego obiektu sprawiają, że dla ciągu pieszo-rowerowego stwierdzono proste warunki gruntowe i sugeruje się przyjęcie pierwszej kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego, dla kładki stwierdzono proste warunki gruntowe i sugeruje się przyjęcie drugiej kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego, natomiast dla mostu stwierdzono złożone warunki gruntowe i sugeruje się przyjęcie drugiej kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego (*Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych*). Ostateczną decyzję w tej sprawie zgodnie z w/w Rozporządzeniem podejmie Projektant.
- Podczas projektowania, zaleca się zwrócić szczególną uwagę na występujące w podłożu warstwy śląbonośnych gruntów spoistych pochodzenia zastoiskowego i lodowcowego, o stanie konsystencji miękkoplastycznej ($I_L \geq 0,50$) oraz wszystkich gruntów organicznych, które są gruntami nienośnymi. Rozpoznane na badanym terenie utwory piaszczyste zalicza się do gruntów niewysadzinowych, natomiast grunty spoiste zalicza się do gruntów wysadzinowych.
- Głębokość przemarzania gruntu w tym rejonie wynosi 0,80 m.
- W okresie, w którym prowadzono prace terenowe (maj i czerwiec 2019 r.), w czasie wierceń do głębokości rozpoznania zaobserwowano występowanie wody gruntowej w postaci zwierciadeł swobodnych, napiętych oraz sączeń śródglinowych. Szczegóły dot. warunków wodnych przedstawiono w podrozdziale 6.2.
- Dokumentowane podłoże charakteryzuje się prostą budową hydrogeologiczną. Na badanym terenie, do głębokości rozpoznania, występują grunty o charakterze dobrze przepuszczalnym i słabo przepuszczalnym.
- Grunty dobrze przepuszczalne to grunty nasypowe wykonane z utworów niespoistych (grupa gruntów I) oraz grunty piaszczyste (grupa gruntów II). Grunty słabo przepuszczalne to grunty nasypowe wykonane z utworów spoistych (grupa gruntów I)



oraz grunty spoiste pochodzenia lodowcowego (grupa gruntów III). Grunty bardzo słabo przepuszczalne to grunty spoiste pochodzenia zastoiskowego (grupa gruntów IV i V) oraz grunty organiczne (grupa gruntów VI) i skały (grupa VII).

- Rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych oraz parametrów geotechnicznych podłoża ma charakter punktowy.
- Warstwy nasypów niekontrolowanych opisano jako grunty wymagające indywidualnego podejścia na etapie budowy (*WIP*). Nie zaleca się ich ponownego wykorzystania.
- Ewentualna wymiana gruntu powinna odbywać się pod stałym nadzorem geotechnicznym. Na etapie prac ziemnych zaleca się wykonywanie badań nośności za pomocą aparatu VSS lub płyty dynamicznej i sondy dynamicznej DPL.
- Otwarte wykopy należy chronić przed wilgocią oraz zalewaniem. Nie zachowanie tego warunku spowoduje uplastycznienie się gruntów spoistych co w konsekwencji obniży parametry wytrzymałościowe podłoża.
- Wszelkie prace ziemne należy prowadzić starannie, aby nie naruszyć naturalnej struktury gruntów, co obniżyłoby ich nośność.
- Z racji iż badania geotechniczne były wykonywane punktowo (stan rzeczywisty miąższości nasypów odniesiony jest do punktu wykonania otworu geotechnicznego) oraz ze względu na charakterystykę podłoża gruntowego - grunty antropogeniczne (nasypowe) - w każdym innym miejscu miąższość nasypów i ich głębokość zalegania może być zróżnicowana. Należy również liczyć się z tym, że nasypy mogą również występować w różnych przypadkowych miejscach i zostaną one odkryte dopiero w trakcie wstępnych robót porządkowych i robót ziemnych.
- Ze względu na złożone warunki gruntowe oraz II kategorię obiektu budowlanego w przypadku obiektu inżynierskiego (most), planuje się wykonanie projektu robót geologicznych oraz kolejno dokumentacji geologiczno inżynierskiej, w celu ustalenia warunków geologiczno-inżynierskich w podłożu projektowanej inwestycji. Na etapie dodatkowych badań, planuje się ustalić szczegółowe parametry geotechniczne warstw.

