Spis treści

Spis treści.....2

Spis załączników: 2

1. Wstęp 3

2. Wymagania techniczno - budowlane.....5

3. Charakterystyka terenu badań 7

4. Opis położenia geograficznego 7

5. Opis budowy geologicznej 8

6. Opis warunków hydrogeologicznych 8

7. Opis właściwości fizyczno – mechanicznych gruntów 9

8. Ocena warunków geologiczno – inżynierskich wraz z prognozą wpływu inwestycji na środowisko 12

Spis załączników:

1. Mapa sytuacyjna, skala 1:20.000. (1.1 – 1.2)
2. Mapa dokumentacyjna, skala 1:1.000 (2.1. – 2.32).
3. Legenda do przekrojów.
4. Objaśnienia znaków i symboli.
5. Profile podłużne trasy na niwelecie w skali 1:100/2.000 (5.1 – 5.21).
6. Przekroje geologiczno – inżynierskie poprzeczne (6.1 – 6.12).
7. Metryki otworów wiertniczych
   7.1 – 7.51 – metryki otworów obiektowych (M-1 – M-22)
   7.52 – 7.78 – metryki otworów pod trasę drogową (O-1 – O-14).
   7.79 – 7.81 – metryki otworów archiwalnych (27a, M1 i M2).
8. Wyniki sondowania statycznego CPT (8.1 – 8.16).
9. Karty wyników badania sondą ITB-ZW (9.1 – 9.5).
10. Wyników badań laboratoryjnych prób gruntu (10.1 – 10.13).
11. Wyników badań laboratoryjnych prób wody (11.1 – 11.3).

1. Wstęp

Dokumentację geologiczno-inżynierską dla projektu budowlanego zachodniej obwodnicy Grodziska Mazowieckiego w ciągu drogi wojewódzkiej nr 579 na odcinku od miejscowości Błonie do miejscowości Kałęczyn, woj. mazowieckie, sporządzono na zlecenie firmy „Sweco Infraprojekt" Sp. z o.o. ul. Mogilska 25, 31-542 Kraków. Inwestorem zadania jest Mazowiecki Zarząd Dróg Wojewódzkich w Warszawie, ul. Mazowiecka 14, 00-048 Warszawa.

Dokumentację poprzedziło wykonanie projektu prac geologicznych, który został zatwierdzony przez Marszałka Województwa Mazowieckiego dnia 8.06.2011r decyzją nr 120/11/PŚ.G. Prace terenowe i dokumentacyjne wykonano w zasadzie zgodnie z zatwierdzonym projektem prac. Niewielkie korekty (rzędu 1 – 2m) w lokalizacji niektórych otworów spowodowane były brakiem możliwości dojazdu wiertnicy, bądź względami BHP (odsunięcie się od istniejącego uzbrojenia). Zmiany te nie miały wpływu na jakość rozpoznania geologicznego.

Niniejsza dokumentacja geologiczno – inżynierska jest uzupełnieniem wykonanej w sierpniu 2008r przez mgr inż. W.Kozaka z firmy „Geotech" Zakład Usług Geologicznych i projektowych budownictwa i ochrony środowiska z Rzeszowa „Dokumentacji geotechnicznej dla potrzeb koncepcji Zachodniej obwodnicy Grodziska Mazowieckiego w ciągu drogi wojewódzkiej nr 579" (por. spis literatury A). W opracowaniu tym ujęto (na podstawie wierceń i badań laboratoryjnych) ocenę warunków gruntowo – wodnych pod trasę drogową. Wydzielono odcinki, na których zalegają grunty nienośne, bądź słabonośne. Niniejsza dokumentacja geologiczno – inżynierska charakteryzuje warunki gruntowo – wodne w podłożu przy projektowanych obiektach, jak również uszczegóławia warunki geotechniczne na odcinkach, gdzie występują grunty nienośne.

Celem dokumentacji jest rozpoznanie warunków gruntowo - wodnych, ustalenie parametrów geotechnicznych gruntów poszczególnych warstw geotechnicznych oraz ocena geologiczno - inżynierska podłoża w miejscu projektowanej drogi oraz w podłożu obiektów inżynierskich.

Dokumentację sporządzono na podstawie :

1. zatwierdzonego projektu prac geologicznych,
2. prac polowych, obejmujących wykonanie:

- 14 otworów geologicznych (O-1 – O-14) pod projektowaną drogę i wzmocnienie podłoża, o łącznym metrażu 132,5mb
- 22 otworów geologicznych (M-1 – M-22) dla obiektów, o łącznym metrażu 345mb,
- 16 sond CPT do głębokości 10m każda – łącznie 160mb,
- 5 sond udarowych do głębokości 2,5 – 3,3m – łącznie 13,9mb,
- badań makroskopowych.

3. kontrolnych badań laboratoryjnych prób gruntu
4. materiałów archiwalnych:

A. Dokumentacja geotechniczna dla potrzeb koncepcji „Zachodniej obwodnicy Grodziska Mazowieckiego w ciągu drogi wojewódzkiej nr 579 – mgr inż. W.Kozak, Zakład Usług Geologicznych i Projektowych Budownictwa i Ochrony Środowiska „Geotech" Sp. z o.o. Rzeszów, sierpień 2008r.

B. Sprawozdanie z rozpoznania budowy istniejących dróg dla potrzeb koncepcji „Zachodniej obwodnicy Grodziska Mazowieckiego w ciągu drogi wojewódzkiej nr 579 – mgr inż. W.Kozak, Zakład Usług Geologicznych i Projektowych Budownictwa i Ochrony Środowiska „Geotech" Sp. z o.o. Rzeszów, listopad 2008r.

C. Projekt prac geologicznych opracowany w celu: 1. określenia warunków hydrogeologicznych w związku z projektowaniem inwestycji mogącej zanieczyścić wody podziemne, 2. projektowania posadowienia obiektów budowlanych stacji dystrybucji paliw płynnych, opr. K.Nowakowski, K.Nowakowska, Z.Kulicki, Hydrogeol, luty 2004r.

Ponadto wykorzystano :

- mapę geologiczną Polski w skali 1 : 50 000, arkusz 522 Błonie, opr. A.Szumański, B.Kwapisz, 2005r, Ministerstwo Środowiska i PIG, Warszawa 2007r wraz z objaśnieniami,
- mapę geologiczną Polski w skali 1 : 50 000, arkusz 558 Grodzisk Mazowiecki, opr. H.Szalewicz, 1985r, Wydawnictwa Geologiczne 1987r, wraz z objaśnieniami,
- pracę zbiorową „Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich" Ministerstwo Środowiska Warszawa, 1999r,
- „Instrukcję badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych", opr. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1998r,

- „Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych", Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1997r,
- normy gruntowe.

Do graficznej oprawy dokumentacji wykorzystano mapy sytuacyjno – wysokościowe w skali 1:1000 oraz niweletę trasy drogi w skali 1:100/2000 dostarczone przez Zleceniodawcę.

Prace terenowe (wiercenia i sondowania CPT) wraz z nadzorem geologicznym oraz badania laboratoryjne prób gruntów wykonane zostały przez Pracownię Geotechniki, Geologii Inżynierskiej, Hydrogeologii i Ochrony Środowiska „Hydrogeostudio", ul. Puławska 26/33, 02-512 Warszawa.

Podczas prac polowych nadzór geologicznych sprawowali: mgr inż. Paweł Mokrzycki, mgr inż. Jan Wilk, zaś prace geodezyjne (tyczenie i niwelacja wyrobisk) wykonał zespół geodezyjny BGG „Geoservice" Kraków.

2. Wymagania techniczno - budowlane

Zgodnie z założeniami dostarczonymi przez Zleceniodawcę projektowana jest budowa zachodniej obwodnicy Grodziska Mazowieckiego w ciągu drogi wojewódzkiej nr 579. Początek trasy przyjęto w rejonie skrzyżowania drogi wojewódzkiej nr 579 z ulicą Żukówka w miejscowości Błonie, natomiast koniec – na istniejącej drodze wojewódzkiej w km 41+427,49 w miejscowości Kałęczyn – w miejscu połączenia z projektowanym odcinkiem nowego przebiegu drogi wojewódzkiej nr 719 (południowa obwodnica Milanówka i Grodziska Mazowieckiego). Projektowaną trasę podzielono na 2 odcinki:

Odcinek 1 – początkowe 2346,44m (od km 29+284,00 do km 31+630,44) pokrywa się z istniejącą trasą drogi wojewódzkiej. Aktualnie jezdnia ma nawierzchnię asfaltową o szerokości od 6 do 8m z poboczami gruntowymi (od 1,5 do 2,8m). Występują tutaj 3 skrzyżowania z istniejącymi drogami publicznymi:

- z drogą powiatową nr 4102W w km 30+466,92 (strona prawa) i 30+520 (strona lewa)
- z drogą gminną nr 420041W w km 30+869,888.

Na tym odcinku planowane jest poszerzenie i wzmocnienie jezdni (do klasy drogi G, kategoria ruchu KR-6, nośność 115kN/oś), budowa dróg dojazdowych, przebudowa skrzyżowania z drogą powiatową nr 4102W na dwa skanalizowane skrzyżowania z sygnalizacją świetlną, likwidacja włączenia drogi gminnej nr 420041W z podłączeniem do

projektowanej drogi dojazdowej nr 3, wymiana i demontaż przepustów, budowa zatok autobusowych oraz 3 zjazdów z drogi nr 579. Ponadto w końcowym fragmencie planowana jest budowa ronda (skrzyżowanie nr W1). Jest to zarazem początek odcinka drugiego.

Odcinek 2 – nowy przebieg drogi o długości 9+604,05km od planowanego skrzyżowania (ronda W1 w km 31+630,44 drogi wojewódzkiej nr 579) do skrzyżowania z ulicą Radziejowicką w Kałęczynie (aktualny kilometraż drogi – km 41+427,49). Projektowana droga przebiegać będzie ± w poziomie terenu lub na niskim (do ca 1m) nasypie, wzrastającym do ca 8m przy obiektach. Na tym odcinku planowana jest:

- budowa drogi o przekroju dwujezdniowym, czteropasmowym na odcinku od skrzyżowania W1 (km 0,000) do W2 (z droga powiatową nr 1510W w km 1+261,42)
- budowa drogi o przekroju jednojezdniowym dwupasmowym o szerokości pasa ruchu 3,5m od skrzyżowania W2 (km 1+261,42) do skrzyżowania W8 (końca projektowanego odcinka w km 9+604,05),

Ponadto w tym rejonie przewiduje się budowę następujących skrzyżowań:

- W2 – z drogą powiatową nr 1510W (km 1+261,42),
- W3 – z projektowaną drogą gminną (km 2+234,74),
- W4 – z projektowaną drogą gminną (km 2+906,28)
- W5 – z projektowaną drogą powiatową nr 1508W (w km 3+816,20 oraz w km 4+083,62)
- W6 – z projektowaną drogą powiatową nr 1507W – ulicą Wspólną (km 6+333,54)
- W7 – z projektowaną drogą wojewódzką nr 719 – ulicą Generała Orlicz Dreszera (km 8+203,65)
- W8 – z projektowaną drogą wojewódzką nr 579 – ulicą Radziejowicką (km 9+560,54)

Odcinek od km 1+289,70 do km 2+209,60 wyłączony jest z niniejszego opracowania. Jest to teren zajęty pod projektowaną autostradę A-2.

Na odcinku 2 projektowane są następujące obiekty inżynierskie:

- **Obiekt nr 1** w km 2+510 – przekroczenie mostem istniejących stawów – zbiorników wodnych powstałych po zakończonej eksploatacji iłów.
- **Obiekt nr 2** w km 4+999,11 – most nad rzeką Mrowną.
- **Obiekt nr 3** w km 7+589,26 – wiadukt nad linią kolejową.
- **Obiekt nr 4** – przepusty nad rzeką Basinką w km 8+406 (obiekt 4a) i w km 8+640 – obiekt 4b.

3. Charakterystyka terenu badań

Projektowana droga położona jest w środkowozachodniej części województwa mazowieckiego, na terenie gmin Błonie (powiat Warszawa Zachód) i Grodzisk Mazowiecki (powiat grodziski). Jej trasa dzieli się na 2 odcinki:

- **Odcinek 1** – (od km 29+284,00 do km 31+630,44) – po śladzie istniejącej drogi wojewódzkiej nr 579 – trasa przebiega przez tereny rolnicze i zabudowane. Wzdłuż jezdni wykształcone są pasy zadrzewień i zakrzewień.
- **Odcinek 2** – od km 0+000 – od planowanego skrzyżowania (ronda W1 w km 31+630,44 drogi wojewódzkiej nr 579) do skrzyżowania z ulicą Radziejowicką w Kałęczynie (aktualnie – km 41+427,49). Obszar, przez który przebiegać będzie nowoprojektowana obwodnica to tereny niezurbanizowane – pola uprawne, łąki z niewielkimi skupiskami drzew i krzewów, jak również kompleks poeksploatacyjnych zbiorników wodnych (powstałych po wydobywaniu glin – cegielni Władysławów) w rejonie Natolina. Jedynie projektowane skrzyżowania znajdują się na terenach zabudowanych.

4. Opis położenia geograficznego

Podstawowe znaczenie dla budowy geologicznej i rzeźby współczesnej powierzchni ma okres czwartorzędowy, w tym głównie plejstoceński. Cztery lądolody pozostawiły pokrywy gliniaste i żwirowo-gliniaste o miąższości do 70 metrów. Podstawowe rysy obecnej rzeźby ukształtowały się w okresie zlodowacenia środkowopolskiego. Lądolód powodował zahamowanie odpływu wód ku północy. Powstawały wówczas ogromne zbiorniki wodne, zwane zastoiskami, w których gromadziły się iły warwowe. Na Mazowszu zastoiska nawiązywały przede wszystkim do głównej osi odpływu wód, jaką była dolina Wisły. W ślad za ustępującym lodowcem rzeki przełamywały się zgodnie z nachyleniem terenu przez utworzone moreny ku północy. Makroregion *Równina Łowicko – Błońska*, do której geograficznie należy omawiany obszar, jest najmłodszą i najgłębiej wciętą z pradoliny Wisły. Obszar ten jest zarazem jednym z najbardziej płaskich w Polsce. Jest to równina pochylająca się nie ku Wiśle, lecz ku Bzurze – wznosząca się stopniowo w kierunku wschodnim.

Wysokości bezwzględne zawierają się między 89 – 90m npm w północnej części, do 110 – 112m npm w końcowej części projektowanej trasy.

Badany teren odwadniany jest przez rzekę Mrownę z jej licznymi dopływami, ciekami i rowami oraz w północno-wschodniej części projektowanej trasy (odcinek 1) przez rzekę Rokitnicę będącą zlewnią Bzury.

5. Opis budowy geologicznej

Podłoże terenu projektowanych prac jest zbudowane z osadów czwartorzędowych oraz starszych – margli i wapieni kredowych oraz piasków, mułków i iłów oligocenu i miocenu (neogen i paleogen). Strop podłoża podczwartorzędowego jest silnie zaburzony (deniwelacje sięgać mogą kilkudziesięciu metrów) – strop utworów pliocenu (iły i mułki) stwierdzono w archiwalnych otworach na głębokości od 10 – 12m do ponad 49m. Utwory kredowe (piaskowce) nawiercono na głębokości 237m ppt.

Utwory czwartorzędowe wykształcone są jako różnego rodzaju osady lodowcowe – od preplejstoceńskich osadów peryglacjalnych (iłów, żwirów i piasków stożków napływowych), poprzez gliny zwałowe zlodowacenia podlaskiego, osady zastoiskowe i wodnolodowcowe zlodowacenia południowopolskiego oraz warstw piasków i żwirów wodnolodowcowych i glin zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego. Podczas ostatniego zlodowacenia (północnopolskiego) na omawianym obszarze nie było lądolodu – rozwijały się procesy erozyjno – denudacyjne.

Na powierzchni rozprzestrzenia się gleba (poziom próchniczny) o grubości 0,1 – 0,4m, lokalnie do 0,7m lub niewielkiej miąższości nasypy niebudowlane (grubości ca 0,2 – 0,3m).

6. Opis warunków hydrogeologicznych

Teren dokumentowany charakteryzuje się płytkim występowaniem wód gruntowych – w obrębie pokryw czwartorzędowych oraz głębokim – w piaskach miocenu i oligocenu.

W obrębie utworów czwartorzędowych wody podziemne stwierdzono na różnych głębokościach – najpłycej na głębokości 0 – 2m ppt, jako zwierciadło swobodne w piaskach, bądź zawieszone – w postaci sączeń śródglinowych. W głębszych partiach, wodę podziemną nawiercono w osadach piaszczystych – wodnolodowcowych i międzymorenowych pod glinami zwałowymi na głębokości od 8,2 – 8,5m do 9,6 – 12,2m ppt.

Natomiast w utworach starszych woda gruntowa występuje na głębokości 192,5 – 205m ppt w utworach oligocenu.

Głównymi użytkowymi poziomami wodonośnymi są poziomy czwartorzędowy i oligoceński. Gmina Grodzisk Mazowiecki zapatrywana jest w wodę z 3 ujęć czwartorzędowych oraz studni oligoceńskich (SUW Dąbrówka i ujęcia kontenerowego Wólka Grodziska).

7. Opis właściwości fizyczno – mechanicznych gruntów

Klasyfikację i charakterystykę gruntów przeprowadzono na podstawie prac polowych – wierceń, sondowań statycznych i dynamicznych oraz badań makroskopowych, kontrolnych badań laboratoryjnych próbek gruntu, analizy materiałów archiwalnych oraz analizy i obliczeń inżynierskich zgodnie z normami gruntowymi.

Pod warstwą gleby o przeciętnej miąższości 0,1 - 0,4 m, lokalnie do 0,7 m lub niewielkiej miąższości nasypów niebudowlanych (ca 0,2 – 0,3m) występują grunty mineralne rodzime rozpatrywane jako podłoże. Zostały one podzielone na cztery podstawowe warstwy geotechniczne różniące się genezą i rodzajem gruntów. W ich obrębie wydzielono podrzędne warstwy jako kryterium przyjmując ich stan oraz uziarnienie i stopień zagęszczenia. Grunty spoiste warstwy geotechnicznej II zaliczono do grupy konsolidacji geologicznej C, a warstwy IV do grupy D, zgodnie z PN-81/B-03020. Parametry geotechniczne gruntów poszczególnych warstw geotechnicznych ustalono metodą A i B (zgodnie z PN-81/B-03020), a ich wartości charakterystyczne przedstawiono w tabeli załącznika nr 3 „Legenda do przekrojów". Układ warstw obrazują profile geologiczno – inżynierskie na niwelecie (załącznik nr 5) oraz przekroje geologiczno – inżynierskie (załącznik nr 6).

Klasyfikację warstw ujednolicono i dostosowano do „Dokumentacji geotechnicznej dla potrzeb koncepcji …" – por. spis literatury nr [A]. W podłożu wyróżniono następujące warstwy:

Warstwa geotechniczna I – obejmuje grunty organiczne – namuły gliniaste i piaszczyste w stanie plastycznym i lokalnie miękkoplastycznym (warstwa Ia) oraz torfy (warstwa Ib).

Warstwa geotechniczna Ia – to wilgotne, mokre plastyczne i miękkoplastyczne (o średnim I_L = 0,40) namuły gliniaste i piaszczyste, zawierające od 5 do 30% części organicznych. Zostały stwierdzone głównie w rejonie km 4+340 – 4+840 na zmiennej głębokości od 2,0 do 5,2m ppt (miąższości od 0,5 – 0,7 do 1,3m) oraz w km 8+250 – 8+500 – otwory M-18 i M-19

(miąższości 0,5 – 1,2m), jak również w otworze nr O-12 i O-13 na głębokości 1,4 – 3,1m ppt (miąższość warstwy namułów – ca 0,6m). Lokalnie w obrębie sączeń wody konsystencja może być nawet płynna.

Warstwa geotechniczna Ib – zaliczono do niej wilgotne i luźne torfy, miejscami z przewarstwieniami namułów lub domieszkami zbutwiałego drewna. Największe rozprzestrzenienie mają w rejonie km 4+340 – 4+840 oraz km 8+250 – 8+500. Grunty te zostały stwierdzone na różnej głębokości – od 1,4 do 4,7m ppt. W pierwszym odcinku torfy mają miąższość od 0,5m (O-7) do 0,8m (otwór nr O-6), natomiast w rejonie odcinka 2 (km 8+250 – 8+500) utwory tej warstwy osiągają miąższości od 0,8 (O-13 i M-18) do 1,1m (O-12 i M-19).

Warstwa geotechniczna II – obejmuje grunty od mało do zwięzło spoistych w stanie półzwartym (warstwa IIa), twardoplastycznym (warstwa IIb), plastycznym (warstwa IIc) oraz miękkoplastycznym (warstwa IId).

Warstwa geotechniczna IIa – to mało wilgotne i wilgotne oraz półzwarte (o I_L = 0,0) gliny pylaste zwięzłe. Grunty te stwierdzono jako lokalne wkładki na niewielkiej głębokości, bądź jako ciągłe warstwy – np. w otworze M-12 na głębokości 19,5 – 20,0m ppt (nieprzewiercone).

Warstwa geotechniczna IIb – reprezentowana jest przez wilgotne oraz twardoplastyczne (o średnim I_L = 0,20) piaski gliniaste, pyły i pyły piaszczyste, gliny, gliny zwięzłe i gliny pylaste zwięzłe, miejscami z domieszkami części organicznych do 2,5 %. Grunty tej warstwy zostały stwierdzone prawie na całej trasie drogi, bezpośrednio pod glebą lub na zmiennych głębokościach.

Warstwa geotechniczna IIc – zaliczono do niej wilgotne i plastyczne (o średnim I_L = 0,36) piaski gliniaste, pyły, gliny, gliny pylaste i piaszczyste oraz gliny zwięzłe i gliny pylaste zwięzłe, miejscami z domieszkami części organicznych do 4,5 % oraz przewarstwieniami piasków. Grunty tej warstwy wystąpiły na całej trasie drogi na zmiennej głębokości i o zmiennej miąższości.

Warstwa geotechniczna IId – to wilgotne i miękkoplastyczne (o średnim I_L = 0,60) piaski gliniaste, pyły, pyły piaszczyste, gliny, gliny piaszczyste i pylaste oraz gliny zwięzłe, miejscami z domieszkami części organicznych do 5 % oraz przewarstwieniami piasków. Grunty tej warstwy zostały stwierdzone na całej trasie drogi na różnych głębokościach. Osiągają miąższości od 0,5 (M-2, M-6) – 0,8m (M-3) do 2,3 (O-5) – 2,7m (O-4). Ponadto

możliwe są cienkie przewarstwienia (ca 0,2 – 0,3m grubości) w obrębie gruntów innych warstw geotechnicznych.

Warstwa geotechniczna III – obejmuje grunty niespoiste, piaski drobne i pylaste (warstwa IIIa i IIIc), piaski średnie i grube (warstwa IIIb i IIId).

Warstwa geotechniczna IIIa - to wilgotne i mokre, a poniżej zwierciadła wody nawodnione piaski pylaste i piaski drobne, miejscami z domieszkami gruntów spoistych. Grunty te są średniozagęszczone (o średnim I_D = 0,4) i występują na całej trasie na zmiennej głębokości i o zmiennej miąższości.

Warstwa geotechniczna IIIb – zaliczono do niej wilgotne a poniżej zwierciadła wody nawodnione oraz średniozagęszczone (o średnim I_D = 0,4) piaski średnie, z domieszkami żwirów oraz lokalnie z wkładkami gruntów spoistych. Zostały stwierdzone w rejonie przejścia nad rzeką Mrowną – pod warstwą gleby do 2,0m ppt (otwór nr M-7) i od 0,8 do 2,2 i od 2,6 do 3,1m ppt w otworze M-8, jak również w wykonanym odwiercie M-9 od 2,0 do 2,7 i od 3,3 do 3,5m ppt. Grunty tej warstwy zostały również stwierdzone na obszarze projektowanego wiaduktu nad torami PKP w postaci przewarstwień i wkładek w obrębie piasków drobnych.

Warstwa geotechniczna IIIc – reprezentowana jest przez wilgotne a poniżej zwierciadła wody nawodnione oraz zagęszczone (o średnim I_D = 0,7) piaski drobne z domieszkami piasków średnich. Piaski te zostały stwierdzone w rejonie obiektu nad stawami na głębokości od 8,5 do 13,5 – 14,0m ppt

Warstwa geotechniczna IIId – to nawodnione i zagęszczone (o średnim I_D = 0,7) piaski średnie z przewarstwieniami i wkładkami piasków grubych ze żwirem i piasków drobnych. Zostały one stwierdzone w rejonie rzeki Mrowny na głębokości 7,0 – 8,0 (otwór nr M-9) oraz w otworze O-8 od głębokości 7,9 – 9,7m ppt.

Warstwa geotechniczna IV – obejmuje grunty bardzo spoiste – iły, w stanie półzwartym (warstwa IVa), twardoplastycznym (warstwa IVb) i plastycznym (warstwa IVc)

Warstwa geotechniczna IVa – to wilgotne iły zielone w stanie półzwartym (o I_L = 0,0), stwierdzone w otworze nr M-16 na głębokości od 16,0 do 16,9m ppt. Grunty te mogą występować również w postaci niewielkiej miąższości soczewek i wkładek w obrębie iłów innych warstw.

Warstwa geotechniczna IVb – zaliczono do niej wilgotne i twardoplastyczne (o średnim I_L=0,20) iły i iły pylaste, miejscami z domieszkami i przewarstwieniami piasków.

Występowanie ich stwierdzono w rejonie obiektu w km 2+500 (otwór M-3) na głębokości 17,3 – 20,0m ppt oraz lokalnie w rejonie obiektu nad rzeką Mrowną na głębokości od 2,2 do 4,4 w km 5+050 (otwór M-7). Ciągłą serią miąższości 8,2 – 8,5m zalegają te utwory w otworach M-16 i M-17 (w głębokości 7,8 – 8,0 do 16,0 – 16,5m ppt) w rejonie obiektu nad torami PKP. Lokalnie możliwe są przewarstwienia iłów twardoplastycznych na różnych głębokościach – np. w otworze O-3 w km 2+617 od 7,5 do 8,2 i od 9,0 do końcowej głębokości 10,0m ppt.

Warstwa geotechniczna IVc – reprezentowana jest przez wilgotne i plastyczne (o średnim I_L=0,40) iły i iły przewarstwione piaskami. Grunty tej warstwy zostały stwierdzone jako lokalne przewarstwienia wśród iłów innych warstw w obrębie sączeń wody (por. otwór nr O-3 głębokość 8,2 – 9,0m ppt).

8. Ocena warunków geologiczno – inżynierskich wraz z prognozą wpływu inwestycji na środowisko

1. Projektowana trasa położona jest na terenie gmin Błonie i Grodzisk Mazowiecki i przebiega w ramach dwóch odcinków: **nr 1** – o długości ca 2346,44m (od km 29+284,00 do km 31+630,44): po śladzie istniejącej drogi wojewódzkiej oraz **nr 2** – nowoprojektowany o długości 9+604,05km: od planowanego skrzyżowania (ronda W1) w km 31+630,44 drogi wojewódzkiej nr 579 do skrzyżowania z ulicą Radziejowicką w Kałęczynie (aktualny kilometraż drogi – km 41+427,49).
2. Obszar badań zlokalizowany jest na obszarze płaskim (jest to tzw. *Równina Łowicko – Błońska*) – rzędne terenu wynoszą od 90,3 – 90,4 w pierwszych kilometrach (koło Błonia) do 113 – 133,5m npm w końcowym odcinku – w Kałęczynie.
3. Projektowany odcinek nr 2 drogi proponuje się zaliczyć do drugiej kategorii geotechnicznej przy złożonych warunkach gruntowych, podobnie jak i obiekty mostowe (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24.09.1998 – Dz. U. nr 126, poz. 839).
4. Wykonane w ramach niniejszej dokumentacji geologiczno – inżynierskiej prace polowe, badania laboratoryjne i prace dokumentacyjne pozwoliły na osiągnięcie pełnego stopnia rozpoznania dla dokumentowanej trasy i obiektów.

5. Warunki geologiczno – inżynierskie są zróżnicowane. Układ warstw przedstawiono na niwelecie (załącznik nr 5) oraz na przekrojach geologiczno – inżynierskich (załącznik nr 6), zaś wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych gruntów poszczególnych warstw geotechnicznych zestawiono w załączniku nr 3 „Legenda do przekrojów”.
6. Na trasie projektowanej drogi w dokumentacji geotechnicznej A wydzielono 5 odcinków o różnych warunkach gruntowo – wodnych. Wydzielono tam następujące odcinki przypisane do grup nośności:
   - **G1** – z warunkami gruntowo – wodnymi prostymi – w podłożu zalegają średniozagęszczone piaski drobne i średnie. Zwierciadło wody zalega w piaskach na głębokości 1,4 – 1,5m ppt. Przy obiekcie nr 2 (nad rzeką Mrowną) zwierciadło wody w głębszych partiach stwierdzono na głębokości 6,0 – 8,9m ppt. Grunty te stwierdzono w km 5+060 ÷ 5+240; 8+380 ÷ 8+500.
   - **G2** – z warunkami gruntowo – wodnymi od prostych do złożonych – występują tu średnio zagęszczone piaski pylaste i drobne, w obrębie których stwierdzono wkładki gruntów spoistych. Warunki wodne przeciętne – zwierciadło wody nawiercono na głębokości 1,2 – 1,6m ppt (lokalnie głębiej na 2,0 – 2,3m) i ma charakter swobodny. Grunty tej grupy zostały wydzielone w km: od ca 29+860 ÷ 30+790 istniejącej drogi wojewódzkiej na odcinku 1 oraz w km: 4+920 ÷ 5+060; 6+380 ÷ 6+520; 7+440 ÷ 7+710 na odcinku 2.
   - **G3** – z warunkami gruntowo – wodnymi od prostych do złożonych – w podłożu stwierdzono występowanie gruntów spoistych z wkładkami piasków. Woda podziemna stwierdzona została w postaci sączeń śródglinowych, zaś poziom wodonośny występuje w przewarstwieniach piaszczystych. Zwierciadło wody zalegało na ca 1,0 – 3,0m ppt. Grupę tą wydzielono na odcinkach w km: 0+100 ÷ 0+240; 0+530 ÷ 0+700; 2+630 ÷ 2+940; 5+240 ÷ 5+470; 6+180 ÷ 6+380; 6+760 ÷ 7+000; 7+240 ÷ 7+440; 8+250 ÷ 8+380.
   - **G4** – z warunkami gruntowo – wodnymi złożonymi. Zaliczono tutaj obszary zalegania gruntów spoistych o konsystencji plastycznej i miękkoplastycznej. Woda gruntowa w postaci sączeń śródglinowych została stwierdzona na głębokości 1,0 – 2,0m ppt. Grunty te stwierdzono na odcinku nr 1 w km 29+284 ÷ 29+860 i 30+790 ÷ 31+700 istniejącej drogi wojewódzkiej oraz na odcinku nr 2 w km: 0+000 ÷ 0+100; 0+240 ÷ 0+530; 0+700 ÷ 1+289,70; 2+209,60 ÷ 2+630; 2+940 ÷ 4+020; 5+470 ÷ 6+180;

6+520 ÷ 6+760; 7+000 ÷ 7+240; 7+710 ÷ 7+860; 8+500 ÷ 9+560 (koniec trasy), oraz odcinek z gruntami nienośnymi:

- **GNN** – obszary występowania gruntów nienośnych, które stwierdzone zostały w km: 4+020 ÷ 4+920; 7+860 ÷ 8+250.

7. Graficzne zobrazowanie zalegania gruntów poszczególnych grup pokazano na załączniku nr 2 – mapie dokumentacyjnej.
8. W trakcie prac terenowych wykonano odwierty oraz badania sondami CPT na następujących odcinkach trasy:
   - rejon km 2+209,60 ÷ 2+630 – warunki gruntowe złożone (G4) – występują grunty w stanie plastycznym oraz miękkoplastycznym – grunty warstw geotechnicznych IIc i IId oraz grunty spoiste twardoplastyczne (warstwa IIb) do głębokości 6,0 – 6,5m ppt, poniżej których zalegają zawodnione piaski. Zwierciadło wody napięte stabilizuje się na głębokości 1,6 – 1,7m ppt. W obrębie gruntów spoistych możliwe są sączenia śródglinowe na zmiennej głębokości. W km 2+560 stwierdzono wkładki iłów o konsystencji plastycznej i twardoplastycznej od głębokości 7,5m ppt do 10,0m ppt (nieprzewiercone).
   - km 4+020 – 4+920 – obszar występowania gruntów nienośnych (GNN) – stwierdzono grunty warstw IIb – IId z przewarstwieniami i wkładkami gruntów sypkich. W km 4+440 – 4+850 w wykonanych otworach stwierdzono występowanie namułów i torfów na głębokości od 2,0 do 5,2m ppt. Warunki wodne przeciętne – zwierciadło wody lokalnie napięte zalega na głębokości od 0,8 do 2,0m ppt.
   - km 5+540 – 5+740 – warunki gruntowe złożone (G4) z uwagi na występowanie gruntów spoistych w stanie plastycznym i miękkoplastycznym. Zwierciadło wody występuje w niewielkich przewarstwieniach piaszczystych – na głębokości 2,0 i 2,8m ppt i stabilizuje się ca 1,0 – 1,2m ppt.
   - km 7+860 – 8+250 – obszar występowania gruntów nienośnych (GNN) – w podłożu stwierdzono torfy oraz namuły na głębokości od 1,4 do 3,1m ppt. Warunki wodne na tym odcinku są złe – zwierciadło wody występuje na głębokości 0,9m ppt i stagnuje po opadach atmosferycznych.
9. Na w/w odcinkach, to jest w km 2+209,60 – 2+630; 4+020 – 4+920 oraz 5+540 – 5+740 z uwagi na głębokie zaleganie gruntów nienośnych (miękkoplastycznych i organicznych) konieczne jest wzmocnienie podłoża poprzez konsolidację gruntu oraz zastosowanie np. kolumn żwirowych, bądź posadowienie za pomocą pali lub inną metodą. Natomiast w km

7+840 – 8+250 należy przewidzieć wzmocnienie podłoża w/w metodami, bądź ewentualnie możliwe jest rozpatrzenie wymiany gruntów z uwagi na stosunkowo niegłębokie zaleganie gruntów organicznych, choć utrudnieniem tu będzie płytko występująca woda gruntowa.

10. Należy się liczyć, że w okresach wiosennych roztopów i po intensywnych opadach deszczów woda gruntowa wystąpi płycej i w większych ilościach.
11. Woda gruntowa wykazuje słaby stopień agresywności chemicznej (klasa XA1 wg EN 206-1, 2003).
12. W okresach wzmożonych opadów i roztopów stropowa warstwa gruntów (do głębokości ca 1,0m) ulega uplastycznieniu i wtedy **grunty warstwy IIc, IId wystąpią prawie na całej projektowanej trasie drogowej**. W strefach obniżeń wystąpią większe obszary podmokłości. Utrudni to znacznie prowadzenie robót ziemnych i spowoduje konieczność wymiany nawilgoconych, słabonośnych gruntów.
13. Uwagi dotyczące wykonawstwa robót ziemnych :
    - nie wolno dopuszczać do zawodnienia dna wykopów, skarp wykopów oraz gruntów po zdjęciu gleby szczególnie tam, gdzie występują grunty warstw II i IV, które pod wpływem zawodnienia gwałtownie zmieniają swe parametry wytrzymałościowe.
    - należy bardzo starannie wykonywać roboty ziemne (przygotowawcze – usunięcie gleby, wykarczowanie drzew) i układanie nasypów. Nasyp należy układać na podłożu po zdjęciu gleby oraz warstwy gruntów słabonośnych lub po ich ulepszeniu.
    - nasyp powinien być formowany od najniższego punktu terenu, warstwami o odpowiedniej grubości. Skarpy nasypów powinny być niezwłocznie zabezpieczone (np. biowłókniną, geowłókniną, hydroobsiewem) przed niszczącą działalnością wód opadowych**.**
    - grunty spoiste są bezpośrednio narażone na wpływy warunków atmosferycznych (opadów i roztopów) w związku z czym ich nawilgocenie i stan będą zmienne. Należy się liczyć, że w trakcie prowadzenia robót ziemnych grunty słabonośne wystąpią w partii stropowej odcinka z nasypami i dlatego należy przewidzieć ich wymianę do głębokości 0,5 – 1,0 m. Miejscami mogą wystąpić pod glebą sączenia i wypływy wody.
    - prace ziemne należy wykonywać zgodnie ze specyfikacjami technicznymi GDDP „Roboty ziemne" 1998r. Dolna warstwa nasypów, bezpośrednio zalegająca na podłożu, powinna być wykonana z grubookruchowego, ostrokrawędzistego

materiału, a nasyp bezwzględnie musi być układany od najniższego punktu terenu. Bezpieczne nachylenie skarp wysokich nasypów należy określić po ustaleniu rodzaju gruntu, który zostanie użyty do ich formowania.

11. Projektowane są następujące obiekty:
    - **nr 1 „Obiekt nad stawami" – km 2+510 –** w podłożu, pod glebą, występują grunty warstwy geotechnicznej IIb, podścielone od głębokości 2,0 – do 8,5 (miejscami do 10,2m ppt) gruntami warstw IIc i IId (plastyczne i miękkoplastyczne). Poniżej zalegają piaski drobne i pylaste do ca 13,5 – 17,3m ppt z lokalnymi wkładkami gruntów spoistych w stanie plastycznym i miękkoplastycznym. Na części obszaru – w km 2+420 – 2+440 w wykonanym otworze M-2, od głębokości 15,6 – 20,0m ppt nawiercono gliny zwięzłe w stanie twardoplastycznym, natomiast w otworze M-3 od 17,3m do końcowej głębokości 20,0m ppt zalegają iły pylaste w stanie twardoplastycznym. Woda gruntowa o charakterze naporowym nawiercona została od ca 8,2 – 8,5m do 10,0 – 10,5m ppt, a stabilizuje się przy powierzchni terenu (0,9 – 1,6m ppt). Możliwe są sączenia śródglinowe na różnych głębokościach. Posadowienie filarów i przyczółków zaleca się na palach wielkośrednicowych (w rurach osłonowych z uwagi na wodę gruntową) na warstwie IIIa lub IIIc.
    - **nr 2 „Obiekt nad rzeką Mrowną" – km 4+999,11 –** w podłożu stwierdzono zaleganie piasków drobny i średnich do głębokości 9,3 – 9,5m ppt z soczewkami i przewarstwieniami gruntów spoistych w stanie plastycznym i miękkoplastycznym (lokalnie iły). Od 9,3 – 9,5m do końcowej głębokości 20m ppt zalegają gliny przewarstwione piaskami drobnymi – grunty warstw IIb i IIc. Woda gruntowa swobodna występuje w profilu od powierzchni terenu (w piaskach drobnych i średnich) na głębokości 1,4 – 1,5 oraz o charakterze naporowym w przewarstwieniach piaszczystych na głębokości 7,0 – 8,9m. Zaleca się posadowienie pośrednie za pomocą pali w gruntach warstwy IIb (twardoplastycznych).
    - **nr 3 „Obiekt nad torami PKP" – km 7+589,26 –** w podłożu stwierdzono zróżnicowane warunki – do km ca 7+640 (otwór M-15) do ca 7,0m ppt zalegają piaski drobne oraz grunty spoiste (warstwy IIb) podścielone do końcowej głębokości wykonanych otworów (20m ppt) piaskami drobnymi z wkładkami i przewarstwieniami gruntów spoistych. Natomiast od ca 7+640 do końca obiektu (otwory M-16 i M-17) w podłożu zalegają od ca 7,8 – 8,0m ppt iły i iły pylaste oraz gliny zwięzłe – warstwy geotechniczne IIb oraz IVa i IVb. Teren na tym odcinku po

opadach atmosferycznych jest podmokły. Woda gruntowa o zwierciadle swobodnym zalega płytko – na głębokości 1,0 – 1,7m ppt, natomiast w głębszych partiach ma charakter naporowy – została nawiercona na głębokości od 4,8 – 12,2m ppt. Z uwagi na to, że podłoże nie nadaje się do bezpośredniego posadawiania zaleca się posadowienie pośrednie za pomocą pali w warstwie IIIa oraz IVb.

- **nr 4 „Obiekty nad rzeką Basinką" –** w rejonie przepustu w km 8+406 (obiekt 4a) pod warstwą gleby oraz piasków drobnych miąższości do 2m, stwierdzono występowanie gruntów organicznych (torfów i namułów) od 2,0 – 2,4 do 4,2 – 4,6m ppt. Pod nimi zalegają twardoplastyczne gliny piaszczyste przewarstwione piaskami gliniastymi (warstwy IIb). Zwierciadło wody o charakterze swobodnym występuje płytko – na głębokości 0,9m ppt. Przewidywane jest bezpośrednie posadowienie przepustu - grunty organiczne należy usunąć, natomiast podłoże pod fundament wzmocnić. W rejonie projektowanego przepustu w km 8+640 (obiekt 4b) stwierdzono występowanie gruntów spoistych w stanie plastycznym i twardoplastycznym. Woda gruntowa o zwierciadle swobodnym zalega na głębokości ca 1,3 – 1,5m ppt, natomiast o charakterze naporowym została nawiercona w otworze nr M-22 na głębokości 5,3m ppt i ustabilizowana na głębokości 1,5m ppt. Posadowienie tego przepustu przewiduje się jako bezpośrednie – na gruntach warstwy IIb. W przypadku warstw IIc i IId - należy je usunąć z podłoża, bądź wzmocnić.

12. Dla obliczenia nośności pali wartości jednostkowego granicznego oporu gruntu pod podstawą pala "q" oraz jednostkowego granicznego oporu gruntu wzdłuż pobocznicy pala "t" należy przyjmować z tablic nr 1 i 2 normy PN-83/B-02482.
13. Należy zwrócić uwagę na ograniczoną możliwość wiercenia pali bez rurowania z uwagi na płytkie zaleganie wody gruntowej.
14. Zwraca się uwagę na agresywny charakter wody gruntowej.
15. Z uwagi na budowę obiektów inżynierskich należy na czas budowy i eksploatacji przewidzieć prowadzenie monitoringu – kontrolnych pomiarów przemieszczeń wybranych punktów. Zakres monitoringu powinien być dostosowany do rodzaju obiektu i procesów geodynamicznych mogących zachodzić w podłożu.
16. Ponieważ odległości pomiędzy poszczególnymi punktami rozpoznania geologicznego podłoża na trasie (rozpoznanie geologiczne) są duże, rozpoznanie to odnosi się tylko do punktów, w których wykonano wyrobiska geologiczne. Natomiast przebieg warstw

geotechnicznych pomiędzy poszczególnymi punktami rozpoznania jest wynikiem interpretacji geologicznej i jest obarczony pewnym błędem, który będzie rzutował na prawdziwy przebieg tych warstw w terenie.

17. Z uwagi na złożone warunki gruntowo – wodne i punktowe rozpoznanie podłoża zaleca się stały nadzór geotechniczny nad robotami ziemnymi.
18. Projektowana budowa należy do inwestycji mogących znacząco oddziaływać na środowisko (zgodnie Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010, w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko - Dz. U. nr 213 poz. 1397 z dnia 12 listopada 2010r). Dokumentowany odcinek nie znajduje się w obrębie obszarów prawnie chronionych w rozumieniu ustawy o ochronie przyrody. Jednakże oddziaływanie na środowisko wystąpi w trakcie budowy (krótkotrwałe, ale bardzo uciążliwe), jak i eksploatacji drogi. Należy się liczyć z:
   - zagrożeniem ściekami opadowymi i roztopowymi spływającymi z drogi oraz ściekami powstającymi przy stosowaniu chemicznych środków zimowego utrzymania drogi
   - zagrożeniem zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych w wyniku pracy ciężkiego sprzętu budowlanego oraz wypłukiwania niebezpiecznych związków z materiałów używanych do budowy
   - pogorszeniem klimatu akustycznego – wzrostem emisji hałasu i wibracji powodowanymi przez maszyny budowlane (etap budowy) oraz pojazdy samochodowe (etap eksploatacji)
   - pogorszeniem jakości sanitarnej powietrza atmosferycznego o ponadnormatywny poziom w obszarze znajdującym się w zasięgu oddziaływania spalin samochodowych oraz pyłów pochodzących ze ścierania opon i nawierzchni.

   Dla ograniczenia niekorzystnych wpływów projektowanej inwestycji na wody podziemne i opadowe powinno być zaprojektowane odprowadzenie ścieków opadowych i roztopowych oraz powstałych z zrzutów awaryjnych substancji szkodliwych do zbiorników retencyjno – oczyszczających i separatorów, natomiast w rejonie budynków powinny być zaprojektowane ekrany przeciwhałasowe.
20. Na terenie dokumentowanym i w jego sąsiedztwie nie stwierdzono występowania zjawisk i procesów geodynamicznych.

Zestawienie wyników badań laboratoryjnych

Numer otworu	Głębokość poboru próbki	Rodzaj próbki NNS, NW, NU	Badania makroskopowe				Straty wagowe przy prażeniu [%]	Wilgotność naturalna [%]	Gęstość właściwa [g/cm^3]	Gęstość objętościowa „ρ” [g/cm^3]	Granica płynności „W_L”	Granica plastyczności „W_p”	Granica skurczalności „W_s”	Wskaźnik plastyczności „I_p”	Stopień plastyczności „I_L”
			Rodzaj i barwa gruntu	Wilgotność	Ilość wałeczkowań	Stan gruntu									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13	14	15
M-2	**7,0**	**NW**	**Gπz, brązowo szara**	**w**	**2x3, 3x4**	**mpl**	**-**	**26,1**	**2,71**	**1,90**	**37,6**	**18,7**	**14,2**	**18,9**	**0,39**
M-2	**17,0**	**NW**	**Gπz, szaro niebieska**	**w**	**0x1**	**pl**	**-**	**29,7**	**2,71**	**1,90**	**49,1**	**20,0**	**-**	**29,1**	**0,34**
M-7	**3,5**	**NW**	**I, szara**	**w**	**2x3**	**tpl**	**-**	**23,0**	**2,72**	**2,00**	**44,8**	**20,0**	**19,7**	**24,8**	**0,12**
M-7	**15,0**	**NW**	**Gp, ciemno szara**	**w**	**1x2, 2x3**	**tpl**	**-**	**13,7**	**2,67**	**2,20**	**19,7**	**10,3**	**6,9**	**9,4**	**0,36**
M-14	**9,0-12,2**	**NW**	**Gπz ciemno szara**	**w**	**1x2**	**tpl**	**-**	**24,5**	**-**	**2,00**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
M-16	**14,7**	**NW**	**I, szara**	**w**	**1x2**	**tpl**	**-**	**24,9**	**2,72**	**2,00**	**73,5**	**20,7**	**-**	**52,8**	**0,08**
M-17	**5,5**	**NW**	**I, ciemno brązowa**	**w**	**1x2**	**tpl**	**-**	**28,5**	**2,72**	**2,00**	**61,8**	**20,4**	**-**	**41,4**	**0,20**
M-18	**3,3**	**NW**	**Nm, czarna**	**w**	**-**	**pl**	**14,0**	**47,92**	**-**	**-**	**52,6**	**33,3**	**11,0**	**19,3**	**-**
M-18	**4,6-6,0**	**NW**	**Gp szara**	**w**	**1x2, 2x3**	**tpl**	**-**	**19,2**	**-**	**2,10**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
M-20	**4,0-6,0**	**NW**	**Pg, jasno szara**	**w**	**2x1**	**pl**	**-**	**14,2**	**-**	**2,15**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
M-22	**2,0-3,2**	**NW**	**Gπ, szara**	**w**	**2x1**	**tpl**	**-**	**19,0**	**-**	**2,10**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
O-1	**4,0-6,0**	**NW**	**Gp//Pπ, szaro brązowa**	**w**	**1x2**	**tpl**	**-**	**18,2**	**-**	**2,10**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
O-2	**3,0-6,5**	**NW**	**Gπ//πp, szaro brązowa**	**w**	**-**	**pl**	**-**	**26,1**	**-**	**2,00**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
O-3	**8,2-10,0**	**NW**	**I//Pd, brązowo szara**	**w**	**2x1**	**tpl**	**-**	**23,1**	**-**	**2,10**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**