

OPINIA GEOTECHNICZNA Z DOKUMENTACJĄ BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

DLA PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI:

**ROZBUDOWA DROGI WOJEWÓDZKIEJ NR 116
NOJEWO – PODPNIEWKI NA ODCINKU OD NOJEWA
DO SKRZYŻOWANIA Z DROGĄ WOJEWÓDZKĄ NR 187
(gmina Pniewy, powiat szamotulski, województwo wielkopolskie)**

Zleceniodawca: **SMP Projektanci Sp. z o. o. Sp. k.**
Ul. Głuchowska 1
60-101 Poznań

Opracowanie:

nr opracowania: 427/OG/2017

mgr Wit Stanisław Witaszak

mgr Andrzej Stube
upr. geol. MŚ nr V-1539; VII-1300

mgr Małgorzata Bartosik
upr. geol. XI/3/2014, XII/4/2014

Środa Wlkp., kwiecień 2017 r.

Spis treści

1. Wstęp.....	3
1.1. Podstawa prawna.....	3
1.2. Cel i zakres opracowania.....	3
2. Charakterystyka terenu badań.....	4
2.1. Położenie.....	4
2.2. Ukształtowanie.....	4
3. Budowa geologiczna.....	4
4. Zakres wykonanych prac, sposób interpretacji i przedstawienia wyników.....	5
4.1. Prace geodezyjne.....	5
4.2. Wiercenia badawcze.....	5
4.3. Badanie zagęszczenia za pomocą sondy DPL.....	6
4.4. Badanie parametrów za pomocą sondy statycznej CPTU.....	7
4.5. Pomiaru ugięć sprężystych nawierzchni.....	7
4.6. Prace laboratoryjne.....	7
4.7. Sposób udokumentowania wyników.....	8
5. Warunki gruntowo-wodne.....	8
5.1. Geotechniczna charakterystyka podłoża.....	8
5.2. Warunki hydrogeologiczne.....	12
6. Wnioski.....	12
7. Podstawy prawne i merytoryczne opracowania.....	15

Załączniki

Załącz. 1. Lokalizacja terenu badań
Załącz. 2.1 – 2.6. Lokalizacja otworów badawczych
Załącz. 3. Legenda stosowanych oznaczeń
Załącz. 4.1. – 4.194. Karty otworów badawczych
Załącz. 5.1. – 5.35. Przekroje geotechniczne
Załącz. 6. Sprawozdanie z pomiarów ugięć sprężystych nawierzchni
Załącz. 7.1. – 7.9. Wyniki badań laboratoryjnych
Załącz. 8.1. – 8.10. Karty sondowania DPL
Załącz. 9.1. – 9.8. Wykresy sondowań CPTU
Załącz. 10. Parametry geotechniczne gruntów

1. Wstęp

1.1. Podstawa prawna

Opinia geotechniczna z dokumentacją badań podłoża gruntowego została wykonana zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia z 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. Nr 81, poz. 463).

Opracowanie dotyczy ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektu budowlanego bez wykonywania robót geologicznych (Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze Art. 3, pkt 7). Badania geotechniczne nie są robotą geologiczną, ponieważ nie są wykonywane w ramach prac geologicznych (Art. 6, pkt 11 w/w Ustawy).

1.2. Cel i zakres opracowania

Niniejsze opracowanie wykonane zostało przez LABGEO Wit Stanisław Witaszak ul. Zamojskich 15E 63-000 Środa Wlkp., na zlecenie biura projektowego SMP Projektanci Sp. z o. o. Sp. k., ul. Głuchowska 1 60-101 Poznań.

Celem opracowania jest szczegółowe określenie warunków gruntowo-wodnych i ustalenie parametrów geotechnicznych gruntów występujących w podłożu istniejącej drogi wojewódzkiej nr 116 Nojewo – Podpniewki wraz z pasami terenu wzdłuż drogi, a także rozpoznanie istniejącej konstrukcji drogowej.

Zgodnie z wymogami obowiązującego rozporządzenia, dokumentacja ta służy do prawidłowego ustalenia geotechnicznych warunków posadawiania obiektu budowlanego oraz zakwalifikowania inwestycji do odpowiedniej kategorii geotechnicznej. Projekt dotyczył będzie rozbudowy ww. odcinka drogi wojewódzkiej nr 116.

2. Charakterystyka terenu badań

2.1. Położenie

Według podziału geograficznego obszar badań położony jest w makroregionie Pojezierza Wielkopolskiego, w mezoregionie Pojezierza Poznańskiego (J. Kondracki, *Geografia regionalna Polski*, PWN Warszawa 2002). Administracyjnie obszar badań to droga wojewódzka nr 116 Nojewo – Podpniewki na odcinku od Nojewa do skrzyżowania z drogą wojewódzką nr 187 (gmina Pniewy, powiat szamotulski, województwo wielkopolskie).

Lokalizację terenu badań przedstawiono na mapie orientacyjnej - zał. 1.

2.2. Ukształtowanie

Rzeźba okolicznych terenów ma generalnie płaski charakter. Niemniej jednak, miejscami widoczne jest pofałdowanie powierzchni, zwłaszcza na początkowym odcinku, gdzie teren wyraźnie opada w kierunku zachodnim. Ponadto droga w zdecydowanej większości umiejscowiona jest na nasypie budowlanym. Jeśli chodzi o naturalne formy urozmaicenia krajobrazu to mamy do czynienia z kilkoma ciekami wodnymi, a w odległości ok. 1 km, również ze zbiornikami wodnymi np. Jezioro Psarskie, Jezioro Zająchkowskie, Jezioro Orliczko, a także kilka stawów.

3. Budowa geologiczna

Z uwagi na charakter opracowania opis budowy geologicznej ograniczono głównie do osadów czwartorzędowych – plejstoceniowych i holoceniowych, natomiast lokalnie mamy do czynienia także z osadami trzeciorzędowymi. Na holocen datowane są przypowierzchniowe grunty glebowe, lokalnie występujące grunty organiczne wraz z towarzyszącymi im osadami piaszczystymi, a także grunty nasypowe (nasypy budowlane w konstrukcji drogi oraz nasypy niebudowlane poza korytem drogowym).

Plejstocen natomiast reprezentują wodnolodowcowe piaski drobne, piaski pylaste, piaski średnie, pospółki, a także lodowcowe gliny piaszczyste, piaski gliniaste, gliny pylaste oraz zastoiskowe pyły, gliny pylaste, piaski gliniaste i gliny piaszczyste pochodzące ze Zlodowaceń Północnopolskich. Wspomniane osady pochodzenia trzeciorzędowego stwierdzone lokalnie pod postacią ilów pylastych w rejonie projektowanych przepustów. Dane stratygraficzne podano na podstawie analizy Mapy Geologicznej Polski w skali 1:200000 arkusz Poznań.

4. Zakres wykonanych prac, sposób interpretacji oraz przedstawienia wyników

4.1. Prace geodezyjne

Otwory badawcze zostały wytyczone metodą domiarów prostokątnych w dowiezaniu do istniejącej sytuacji. Rzędne wysokościowe ustalono w oparciu o dostarczoną przez Zleceniodawcę mapę sytuacyjno-wysokościową w skali 1:1000.

4.2. Wiercenia badawcze

Po wstępnym rozpoznaniu terenu i zaplanowaniu prac, przystąpiono do wierceń mających na celu szczegółowe określenie warunków gruntowo-wodnych oraz rozpoznanie istniejącej konstrukcji drogowej. Za pomocą wiertnicy mechaniczno-obrotowej WH-5 oraz zestawu ręcznych świrdrów małośrednicowych, a także wiertnicy diamentowej Φ 150 mm, w dniach 01-17.03.2017 r. wykonano:

- 178 otworów badawczych o głębokości 2,5 m p.p.t. (w tym 85 w jezdni)
- 4 otwory badawcze o głębokości 13,0 m p.p.t. (przy planowanych przepustach)
- 2 otwory badawcze o głębokości 12,0 m p.p.t. (przy planowanych przepustach)

- 3 otwory badawcze o głębokości 10,0 m p.p.t. (przy planowanych przepustach)
- 6 otworów badawczych o głębokości 9,0 m p.p.t. (przy planowanych przepustach)
- 1 otwór badawczy o głębokości 11,0 m p.p.t. (przy planowanym przepuszczeniu)

Łączny metraż wierceń w gruntach wyniósł 616,0 m.b. Punkty wierceń rozmieszczone zostały zgodnie z wytycznymi Zleceniodawcy. Lokalizację punktów badawczych przedstawiono na planach sytuacyjnych w skali 1:1000 (zał. 2.1. – 2.6.).

W czasie wykonywania wierceń prowadzono badania makroskopowe przewierczanych gruntów i warstw konstrukcyjnych drogi oraz obserwacje i pomiary zwierciadła wody gruntowej. Wykonane otwory, po przeprowadzeniu pomiarów i badań, likwidowano poprzez zasypanie urobkiem, a w przypadku otworów w nawierzchni, zasypywano kruszywem gruboziarnistym.

Wiercenia oraz związane z nimi badania i obserwacje wykonane zostały przez osoby posiadające uprawnienia w zakresie nadzoru prac geologicznych.

Wyniki wszystkich wierceń przedstawiono na kartach otworów (zał. 4.1. – 4.194.). Interpretację graficzną zalegania gruntów przedstawiono za pomocą przekrojów poprzecznych (zał. 5.1. – 5.31.) oraz podłużnych (zał. 5.32. – 5.35.).

4.3. Badanie zagęszczenia za pomocą sondy DPL (SD-10)

W odległości 1,0 m od otworów badawczych nr 5, 41N, 43, 62, 98N, 117, 119N, 132, 149, 178N wykonano łącznie 10 sondowań udarowych lekką sondą dynamiczną DPL (SD-10). Sprawdzone zagęszczenie gruntów niespoistych, zarówno rodzimych, jak i tych nasypowych, występujących w badanej strefie głębokościowej. W ramach prac kameralnych dokonano interpretacji sondowań dynamicznych (wyliczenie stopnia zagęszczenia, wskaźnika zagęszczenia). Wyniki sondowań przedstawiono na kartach sondowania DPL – zał. 8.1. – 8.10.

4.4. Badanie parametrów za pomocą sondy statycznej CPTU

W odległości 1,0 m od otworów nr 1P, 4P, 6P, 8P, 10P, 11P, 13P, 15P wykonano łącznie 8 sondowań statycznych CPTU. Na podstawie otrzymanych parametrów sondowania CPTU, przy wykorzystaniu specjalistycznego oprogramowania, wykorzystującego empiryczne zależności i korelacje między parametrami mierzonymi i wartościami wprowadzanymi, określono m.in.:

- stopień zagęszczenia gruntów sypkich (ID),
- stopień plastyczności gruntów spoistych (IL),
- efektywny kąt tarcia wewnętrznego (Φ'),
- spójność efektywną (C'),
- moduły ścisłości (M),
- wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu (S_u).

Wykresy sondowań CPTU przedstawiono w załącznikach 9.1. – 9.8.

4.5. Pomiary ugięć sprężystych nawierzchni

W dniach 19-20.11.2016 r., na badanym odcinku drogi wojewódzkiej nr 116 Nojewo - Podpniewki, przeprowadzono łącznie 320 pomiarów ugięć sprężystych nawierzchni (warstwa ścieralna) metodą ugięciomierza belkowego Benkelmana. Wyniki, w odniesieniu do wymagań z Katalogu Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych z 2001 roku, przedstawiono na załączniku nr 6.

4.6. Prace laboratoryjne

W trakcie prac terenowych pobrano łącznie 13 próbek gruntów rodzimych. W ramach prac laboratoryjnych zbadano próbki gruntów niespoistych i gruntów spoistych z otworów nr 1, 8, 22, 38, 47, 86, 108, 146, 152, 156, 3P, 12P. Dla gruntów niespoistych, na podstawie analizy granulometrycznej, określono rodzaj gruntu. W przypadku gruntów spoistych określono granice płynności i plastyczności oraz wskaźnik i stopień plastyczności. Szczegółowe wyniki badań laboratoryjnych przedstawiono w załącznikach

nr 7.1. – 7.9.

Zestawienie pobranych próbek przedstawiono w tabeli poniżej:

Nr otworu	1	1	8	22	38	47	86	108	146	152	156	3P	12P
Głębokość pobrania [m p.p.t.]	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	3,0	2,0
Symbol gruntu	G	Ps	Pg	Pd	Gp	Pd	Gp	Pd	Ps	Gp	Pd	Pd	Ps

4.7. Sposób udokumentowania wyników

W oparciu o wyniki wykonanych prac terenowych i kameralnych, opracowana została opinia geotechniczna z dokumentacją badań podłoża gruntowego, zawierająca załączniki wymienione w spisie treści oraz niniejszy komentarz.

5. Warunki gruntowo-wodne

5.1. Geotechniczna charakterystyka podłoża

Grunty występujące w podłożu dokumentowanego terenu ujęto w pięć pakietów, wydzielając w nich warstwy geotechniczne o zbliżonych wartościach cech fizyko-mechanicznych:

- I. Grunty nasypowe – piaszczysto-żwirowe nasypy budowlane w konstrukcji drogowej (warstwa IB), a także nasypy niebudowlane (warstwa IA), najczęściej w poboczach, składające się z piasków drobnych i średnich, piasków gliniastych, piasków próchnicznych, humusu, kamieni. Grubość warstwy nasypowej jest na całym odcinku zróżnicowana, a zważywszy, że w wielu miejscach niweleta drogi jest wyraźnie wyniesiona w stosunku do przyległych terenów, nasypy budowlane mogą mieć grubość oscylującą wokół 2,5 m. Z

kolei w pasach terenu wzdłuż drogi nasypy niebudowlane miejscami mogą sięgać głębokości ok. 2,0 m p.p.t.

- II. Grunty organiczne – mające jedynie lokalny charakter utwory holoceniskie w postaci piasków próchnicznych, namułów piaszczystych, torfów i gytii, stwierdzone w kilku obniżeniach terenu oraz w rejonie projektowanych przepustów. Grunty te uznano za nienośne, parametrów geotechnicznych nie określono.

- III. Grunty spoiste wg PN-B-03020:1981 oznaczone symbolem „C” geologicznej konsolidacji gruntów – mające lokalny charakter plejstoceniskie osady zastoiskowe (głównie w rejonie projektowanych przepustów) w postaci twardoplastycznych lub plastycznych pyłów, glin pylastych, piasków gliniastych glin piaszczystych:
 - warstwa IIIA – gliny pylaste, piaski gliniaste, plastyczne, o uogólnionym stopniu plastyczności w przedziale $I_L=0,35-0,40$
 - warstwa IIIB – gliny pylaste, pyły, piaski gliniaste, gliny piaszczyste, plastyczne na pograniczu twardoplastycznych, o uogólnionym stopniu plastyczności w przedziale $I_L=0,25-0,30$
 - warstwa IIIC – gliny pylaste, pyły, twardoplastyczne, o uogólnionym stopniu plastyczności $I_L=0,15-0,20$
 - warstwa IIID – gliny pylaste, pyły, gliny piaszczyste, twardoplastyczne, o uogólnionym stopniu plastyczności w przedziale $I_L=0,05-0,10$

- IV. Grunty spoiste wg PN-B-03020:1981 oznaczone symbolem „B” geologicznej konsolidacji gruntów – plejstoceniskie osady lodowcowe w postaci twardoplastycznych glin piaszczystych, piasków gliniastych, glin, glin pylastych, pospółek gliniastych:

- warstwa IVA – gliny piaszczyste, piaski gliniaste, twardoplastyczne, o uogólnionym stopniu plastyczności w przedziale $I_L=0,20-0,25$
 - warstwa IVB – gliny piaszczyste, piaski gliniaste, gliny, gliny pylaste, twardoplastyczne, o uogólnionym stopniu plastyczności w przedziale $I_L=0,10-0,15$
 - warstwa IVC – gliny piaszczyste, pospółki gliniaste, twardoplastyczne na pograniczu półzwartych, o uogólnionym stopniu plastyczności w przedziale $I_L=0,00-0,05$
- V. Grunty spoiste wg PN-B-03020:1981 oznaczone symbolem „A” geologicznej konsolidacji gruntów – plejstocieńskie osady lodowcowe, stwierdzone lokalnie w głębszym podłożu, w postaci szarych glin piaszczystych, twardoplastyczne na pograniczu półzwartych, o uogólnionym stopniu plastyczności w przedziale $I_L=0,00-0,05$
- VI. Grunty spoiste wg PN-B-03020:1981 oznaczone symbolem „D” geologicznej konsolidacji gruntów – plejstocieńskie osady lodowcowe w postaci iłów pylastych, stwierdzone lokalnie w rejonie projektowanych przepustów:
- warstwa VIA – ły pylaste, twardoplastyczne, o uogólnionym stopniu plastyczności $I_L=0,20$
 - warstwa VIB – ły pylaste, twardoplastyczne, o uogólnionym stopniu plastyczności w przedziale $I_L=0,05-0,10$
- VII. Grunty niespoiste – rzeczne i wodnolodowcowe osady piaszczyste w postaci piasków drobnych, piasków pylastych, piasków średnich, o zróżnicowanym stopniu zagęszczenia:
- warstwa VIIA – piaski drobne, luźne, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D=0,20$

- warstwa VIIB – piaski drobne, luźne, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D=0,30$
- warstwa VIIC – piaski drobne, średnio zagęszczone, o uogólnionym stopniu zagęszczenia w przedziale $I_D=0,35-0,40$
- warstwa VIID – piaski drobne, piaski pylaste, średnio zagęszczone, o uogólnionym stopniu zagęszczenia w przedziale $I_D=0,45-0,50$
- warstwa VIIE – piaski drobne, średnio zagęszczone, o uogólnionym stopniu zagęszczenia w przedziale $I_D=0,60-0,65$
- warstwa VIIF – piaski drobne, zagęszczone, o uogólnionym stopniu zagęszczenia w przedziale $I_D=0,70-0,75$
- warstwa VIIG – piaski średnie, luźne na pograniczu średnio zagęszczonych, o uogólnionym stopniu zagęszczenia w przedziale $I_D=0,30-0,35$
- warstwa VIIH – piaski średnie, średnio zagęszczone, o uogólnionym stopniu zagęszczenia w przedziale $I_D=0,40-0,45$
- warstwa VIIi – piaski średnie, średnio zagęszczone, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D=0,50$
- warstwa VIIf – piaski średnie, zagęszczone, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D=0,70$
- warstwa VIIK – pospółki, średnio zagęszczone, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D=0,40$

Przypowierzchniową warstwę glebową uznano za nienośną, pominięto w ocenie pod kątem przydatności jako podłoże pod konstrukcję drogową, parametrów geotechnicznych nie określono. Dla wszystkich napotkanych gruntów uzyskane wyniki szczegółowo zestawiono w tabeli „Parametry geotechniczne gruntów” (zał. 10.). Wartości parametrów zawartych w tabeli, określono na podstawie badań terenowych i laboratoryjnych:

- stopień zagęszczenia I_D – w oparciu o wyniki sondowań DPL i CPTU, a także w oparciu o obserwację oporu gruntu przy wierceniu mechaniczno-obrotowym (w gruntach sypkich);
- stopień plastyczności I_L – w oparciu o wyniki terenowych badań makroskopowych i sondowań CPTU, a także badań laboratoryjnych (w gruntach spoistych).

5.2. Warunki hydrogeologiczne

Ze względu na różnice w rzędnych, wody gruntowe stwierdzono tylko w części otworów, głównie w obrębie osadów piaszczystych, ale lokalnie również w gruntach glebowych, organicznych czy nasypowych. Poziom zwierciadła o charakterze mieszanym (swobodne lub napięte) występował na bardzo zróżnicowanej głębokości, najczęściej w okolicach 1,0 m p.p.t., natomiast w niżej usytuowanych otworach (zwłaszcza w rejonie projektowanych przepustów) było to już 0,3-0,6 m p.p.t. Ponadto, wody gruntowe stwierdzono lokalnie pod postacią sączeń w obrębie gruntów spoistych.

6. Wnioski

- 1) Zgodnie z kryteriami Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia z 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. Nr 81, poz. 463), w obszarze badań generalnie występują proste warunki gruntowe. Jedynie lokalnie mamy do czynienia z warunkami złożonymi (ze względu na obecność nasypów niebudowlanych, gruntów organicznych, a także poziom wód gruntowych znajdujący się miejscami w strefie planowanych robót ziemnych). Wybór kategorii geotechnicznej uzależniony będzie głównie od głębokości wykopów oraz wysokości nasypów. W przypadku drogi, a więc w zdecydowanej większości inwestycji, wykopy te nie powinny przekraczać 1,2 m p.p.t., tak więc będziemy mieli do czynienia z I kategorią geotechniczną. Natomiast jeśli zajdzie konieczność wykonania wykopów na głębokość

przekraczającą 1,2 m p.p.t., jak i wykonania nasypów przekraczających wysokość 3,0 m, wówczas będziemy mieli do czynienia z II kategorią geotechniczną. W rejonie projektowanych przepustów, gdzie mogą występować grunty organiczne, a poziom wód gruntowych znajduje się powyżej planowanego poziomu posadowienia, można zakładać konieczność wykopów przekraczających głębokość 1,2 m, wówczas ten asortyment robót wg powołanego rozporządzenia również kwalifikował się będzie do II kategorii geotechnicznej.

- 2) Grunty glebowe, grunty organiczne (pakiet II), a także nasypy niebudowlane (pakiet IA), nie nadają się jako podłoże pod konstrukcję drogi lub pod obiekty inżynierskie i należy je usunąć, bądź wymienić na zagęszczony materiał piaszczysty. Dla obiektów inżynierskich można również wziąć pod uwagę wariant posadowienia pośredniego np. na palach zagłębionych w grunty nośne zaliczone do pakietów V, VI, VII. W przypadku piaszczystych gruntów nośnych (pakiet VII) należy upewnić się, że poniżej nich nie zalegają nienośne grunty organiczne.
- 3) Najkorzystniejsze parametry geotechniczne dla podłoża konstrukcji drogowej oraz obiektów inżynierskich stwierdzono w rodzimych gruntach niespoistych zaliczonych do pakietu VII (luźne, średnio zagęszczone lub zagęszczone piaski drobne, piaski pylaste, piaski średnie, piaski grube, pospółki). W przypadku ewentualnych robót ziemnych grunty te należy dogęścić zgodnie z wymaganiami PN-S-02205:1998 „Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania”. Tak jak w przypadku wspomnianego powyżej wariantu posadowienia pośredniego, należy upewnić się, czy poniżej tych piasków nie zalegają jeszcze nienośne grunty organiczne (taka sytuacja może zdarzyć się w rejonie projektowanych przepustów). Wówczas nie można oczywiście brać pod uwagę tych piasków jako ewentualnego podłoża pod konstrukcję drogi czy pod obiekty inżynierskie.
- 4) Grunty spoiste zaliczone do pakietów IV, V, VI (twardoplastyczne lub półzwarte gliny piaszczyste, piaski gliniaste, gliny, gliny pylaste, pospółki gliniaste, ility pylaste) posiadają relatywnie słabsze, ale nadal korzystne parametry

geotechniczne. Należy jednak pamiętać, że są to grunty wysadzinowe, podatne na pogorszenie aktualnie posiadanych parametrów np. pod wpływem wody czy drgań (uplastycznienie). Jeśli po wykorytowaniu rozpoznane zostaną powyższe grunty, zaleca się wykonać na takim podłożu warstwę odcinającą i mrozochronną z gruntu stabilizowanego cementem lub chudego betonu.

- 5) Grunty spoiste o genezie zastoiskowej zaliczone do pakietu III (plastyczne i twardoplastyczne pyły, gliny pylaste, piaski gliniaste, gliny piaszczyste) aktualnie również posiadają w miarę korzystne parametry geotechniczne. Grunty te stwierdzono jedynie lokalnie (zwłaszcza w rejonie projektowanych przepustów), niemniej należy pamiętać, że są one silnie wysadzinowe, a także wyjątkowo podatne na radykalne pogorszenie parametrów geotechnicznych np. pod wpływem wody czy drgań (ryzyko uplastycznienia, a nawet upłynnienia). Stąd też konieczne należy wykonać na takim podłożu warstwę odcinającą i mrozochronną ze stabilizacji cementowej lub chudego betonu, ewentualnie wziąć pod uwagę wariant lokalnej wymiany wspomnianych gruntów na zagęszczony materiał piaszczysty.
- 6) W przypadku projektowania przepustów należy w obliczeniach statycznych fundamentów uwzględnić oddziaływanie na konstrukcje obiektów inżynierskich relatywnie słabszych warstw gruntów o charakterze zastoiskowym tj. pyłów i glin pylastych w stanach plastycznych o $I_L \geq 0,25$. Wówczas należy dokonać sprawdzenia II-go stanu granicznego (możliwość wystąpienia nadmiernych osiadań obiektu inżynierskiego lub wystąpienia osiadań różnicowych).
- 7) Istniejące nasypy budowlane (warstwa IB) w razie potrzeby należy dogęścić zgodnie z wymogami PN-S 02205:1998 „Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania”.
- 8) Wody gruntowe stwierdzono tylko w części otworów, głównie tych niżej usytuowanych. Poziom zwierciadła o charakterze mieszanym (swobodne lub napięte) zaobserwowano na zróżnicowanej głębokości, najczęściej ok. 1,0 m p.p.t., natomiast miejscami poziom ten znajdował się bardzo płytko, bo już 0,3-0,6 m p.p.t. W przypadku robót ziemnych, w tym ewentualnych wymian gruntu, przy tak płytkim poziomie wód gruntowych należy liczyć się z koniecznością

odwodnienia np. za pomocą igłofiltrów, a przy obiektach inżynierskich zastosowania ścianek szczelnych.

- 9) W przypadku dopływu wód atmosferycznych lub nasączenia się wód gruntowych do wykopów w obrębie gruntów spoistych każdorazowo należy wody te wypompować i usunąć z dna uplastycznioną warstwę spoistego podłoża.
- 10) Strefa przemarzania w rejonie badań zgodnie z PN-B-03020:1981 wynosi $H_z=0,8$ m p.p.t.
- 11) Na podstawie otworów wykonanych w nawierzchni bitumicznej stwierdza się, że jej grubość waha się od 7,5 do 31,0 cm. Praktycznie na całości badanego odcinka poniżej warstwy bitumicznej znajduje się podbudowa z kruszywa granitowego. Jedynie w kilku otworach nr 2N, 3N, 6N, 7N oraz 173N pod konstrukcją bitumiczną stwierdzono obecność dawnej nawierzchni kamiennej z otoczek granitowych, stanowiącej w tych miejscach rodzaj podbudowy. Pomiary ugięć sprężystych istniejącej nawierzchni bitumicznej (warstwy ścieralnej) wykazały, że wartość ugięcia miarodajnego wynosi 0,86. Graniczne wartości ugięć miarodajnych w zależności od kategorii ruchu określa Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych IBDiM 2001. Szczegółowe wyniki badań przedstawiono w załączniku nr 6.
- 12) Występujące w podłożu warunki gruntowo-wodne przedstawione w niniejszym opracowaniu są ogólnie korzystne i po uwzględnieniu powyższych uwag pozwalają na realizację planowanej inwestycji.

7. Podstawy prawne i merytoryczne opracowania

- PN-EN 1997-1:2008 Geotechnika. Projektowanie geotechniczne Część 1: Zasady ogólne.
- PN-EN 1997-2:2009 Geotechnika. Projektowanie geotechniczne Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
- PN-EN ISO 14688-1:2006P Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.

- PN-EN ISO 14688-2:2006P Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- PN-B-03020:1981 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-B-06050:1999 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar
- PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- BN-70/8931-06 "Drogi samochodowe. Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym".
- Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, IBDiM Warszawa 2001
- Opracowanie współczynników sezonowych dla nawierzchni dróg w polskich warunkach klimatycznych, IBDiM Warszawa 2004
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia z 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. Nr 81, poz. 463).
- Prawo geologiczne i górnicze – ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r.
- Instrukcja Badań Podłoża Gruntowego Budowli Drogowych i Mostowych (GDDP Warszawa 1998)
- J. Kondracki, *Geografia regionalna Polski*, PWN Warszawa 2002