

Zleceniodawca: „BAMAR” BIURO PROJEKTOWE
ul. Strońska 4A/22
50-540 Wrocław

**Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań
podłoża gruntowego określająca warunki gruntowo-wodne podłoża
terenu pod projektowaną rozbudowę dróg powiatowych nr 1917D
tj. ul. Wilczyckiej w Kielczowie i ul. Wrocławskiej w Wilczycach
oraz nr 1922D, tj. ul. Rzecznej w Kielczowie, gm. Długolęka**

Lokalizacja:

Miejscowość: Kielczów, Wilczyce
Gmina: Długolęka
Powiat: wrocławski
Województwo: dolnośląskie

Wykonawca:

GEOSKOP Sp. z o.o. Sp. k.
ul. Krakowska 29c
50 – 424 Wrocław

Prezes Zarządu:

mgr Piotr Borysewicz

Opracował:

mgr Marcin Kościk
geolog inżynierski
upr. nr VII – 1262

mgr inż. Iwona Gajewska-Rodriguez
geolog

Wrocław – wrzesień 2017 r.

Spis treści

1WSTEP.....	2
1.1PODSTAWY FORMALNE	2
1.2CEL I ZAKRES.....	2
1.3MATERIAŁY WYJŚCIOWE.....	3
2OPIS ZASTOSOWANYCH METOD BADAWCZYCH.....	4
2.1OTWORY BADAWCZE.....	4
2.2OPRÓBOWANIE.....	4
2.3BADANIA LABORATORYJNE.....	4
2.4PRACE GEODEZYJNE.....	5
2.5WYDZIELENIE WARSTW GEOTECHNICZNYCH.....	5
2.6BADANIA NAWIERZCHNI DROGOWEJ.....	6
3WYNIKI PRAC TERENOWYCH I BADAŃ LABORATORYJNYCH.....	6
3.1BUDOWA GEOLOGICZNA.....	6
3.2WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE.....	7
3.3KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI DROGOWEJ.....	8
3.4WARUNKI GEOTECHNICZNE.....	9
3.4.1USTALENIE RODZAJU WARUNKÓW GRUNTOWYCH ORAZ KATEGORII GEOTECHNICZNEJ.....	9
3.4.2WYSADZINOWOŚĆ GRUNTÓW.....	14
3.4.3OCENA JAKOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO.....	14
4PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....	16

Spis załączników

1. Mapa lokalizacyjna w skali 1:50000
2. Mapa dokumentacyjna w skali 1:1000
3. Karty otworów badawczych
4. Odkrywki nawierzchni drogowej
5. Przekroje geotechniczne 1-1'÷3-3' w skali 1:2000/50
6. Objasnienia do kart otworów i przekrojów geotechnicznych
7. Badania ugięć nawierzchni
8. Wyniki badań laboratoryjnych parametrów fizyko - mechanicznych
9. Tabela wyprowadzonych parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw
10. Tabela charakterystycznych parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw

1 Wstęp

1.1 Podstawy formalne

Opracowanie zostało wykonane na podstawie zlecenia, wystawionego przez „BAMAR” BIURO PROJEKTOWE z siedzibą przy ul. Strońskiej 4A/22 we Wrocławiu, firmie Geoskop Sp. z o.o. Sp. k. z siedzibą przy ul. Krakowskiej 29c we Wrocławiu.

Niniejsza opinia została wykonana na podstawie następujących przepisów:

- a) Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 Nr 81, poz. 463).
- b) Ustawa z dnia 5 grudnia 2003 r. „Prawo budowlane” (Dz. U. Nr 207, poz. 2016 wraz z późniejszymi zmianami);
- c) Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (tekst jednolity z dnia 30 stycznia 2015 r. Dz.U. z 2015 r., poz. 196 ze zmianami),

1.2 Cel i zakres

Przeprowadzone prace i badania miały na celu rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych podłoża terenu pod projektowaną rozbudowę dróg powiatowych nr 1917D tj. ul. Wilczyckiej w Kiełczowie i ul. Wrocławskiej w Wilczycach oraz nr 1922D, tj. ul. Rzecznej w Kiełczowie, gm. Długoleka – Zał. nr 1 i 2. Zakres prac został określony przez Zleceniodawcę.

Niniejsza opinia geotechniczna opracowana została na potrzeby posadowienia obiektów budowlanych, dlatego też została wykonana według Eurokodów 7 - *PN-EN 1997-1:2008 [5]* i *PN-EN 1997-2:2009 [6]*. Nazewnictwo gruntów przedstawione w niniejszej opinii zostało również dostosowane do norm europejskich i określone na podstawie normy *PN-EN ISO 14688-2:2006 [7]*. W nawiasach zostało podane nazewnictwo oraz symbole wg starej normy PN-B/86-04481.

Parametry gruntów przedstawione w niniejszej opinii geotechnicznej, oparte zostały na wykonanych w terenie geotechnicznych otworach badawczych oraz wynikach badań laboratoryjnych.

Zestawienie wyprowadzonych i charakterystycznych parametrów wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawiono w tabeli – Zał. nr 9 i 10.

W celu udokumentowania postawionego zadania wykonano:

1) prace terenowe:

- wytyczenie 16 geotechnicznych otworów badawczych,
- 16 geotechnicznych otworów badawczych do głębokości 3,0 m ppt, łącznie 48 mb,
- wykonanie 3 odkrywek nawierzchni drogi do głębokości ok. 0,75 ÷ 0,85 m ppt.
- pobór 4 próbek gruntu do badań parametrów fizyko-mechanicznych,
- badania ugięciomierzem belkowym,
- badania makroskopowe gruntów.

2) prace laboratoryjne:

- oznaczenie parametrów fizyko – mechanicznych gruntów,

3) prace kameralne:

- mapa lokalizacyjna,
- mapa dokumentacyjna,
- karty dokumentacyjne otworów badawczych,
- karta odkrywek nawierzchni,
- przekroje geotechniczne,
- karty badań laboratoryjnych,
- tekst opracowania z wnioskami.

1.3 Materiały wyjściowe

1. *Zarys geotechniki – Z. Witun, Warszawa 1987 r.*
2. *Wytyczne wydzielania warstw geotechnicznych – Geoprojekt, Warszawa 1987 r.*
3. *PN-B-03020:1981. Grunty budowlane – Posadowienie bezpośrednie budowli – Obliczenia statyczne i projektowanie. Warszawa 1981 r.*
4. *PN-B-04481:1988. Grunty budowlane – Badania próbek gruntu. Warszawa 1988 r.*
5. *PN-EN 1997-1:2008. Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne. Warszawa 2008 r.*
6. *PN-EN 1997-2:2009. Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego. Warszawa 2009 r.*
7. *PN-EN ISO 14688-2:2006. Badania geotechniczne - Oznaczanie gruntów klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania. Warszawa 2012 r.*

8. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych. GDDKiA, Warszawa 2014 r.
9. *Projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7*. L. Wysokiński, W. Kotlicki, T. Godlewski, ITB Warszawa 2011 r.
10. *PN-EN 206-1:2003. Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność*. Warszawa 2003r.

2 Opis zastosowanych metod badawczych

2.1 Otwory badawcze

Otwory badawcze zostały wykonane za pomocą urządzenia WSG-160. Były to wiercenia mechaniczno – obrotowe, na sucho, o średnicy ϕ 90 mm.

Wykonano w sumie 16 otworów badawczych O-1 ÷ O-16 do głębokości 3,0 m ppt, o łącznym metrażu 48,0 mb.

W trakcie prowadzenia robót badawczych na bieżąco prowadzono opis geotechniczny gruntów i wykonywano ich makroskopowe badania. Po opróbowaniu otwory zostały zlikwidowane z zachowaniem kolejności przewiercanych warstw.

Lokalizację otworów badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej (Zał. nr 2), a ich profile geotechniczne zamieszczono na Zał. nr 3. Na podstawie profilów otworów wykreślono przekroje geotechniczne (Zał. nr 5), określono budowę geologiczną (p. 3.1), warunki hydrogeologiczne (p. 3.2) i geotechniczne (p. 3.3) podłoża terenu badań.

2.2 Opróbowanie

W trakcie wierceń pobrano, zgodnie z normą PN-EN 1997-2:2009 [6], 4 próbki gruntów kat. B (o naturalnej wilgotności NW) do badań laboratoryjnych (Zał. nr 8).

Próby pobrane zostały w ilości umożliwiającej przeprowadzenie badań parametrów fizyko – mechanicznych.

2.3 Badania Laboratoryjne

Badania laboratoryjne próbek gruntu pobranych z otworów badawczych przeprowadzone zostały w następującym zakresie:

- skład granulometryczny (analiza areometryczna),
- granice konsystencji,

- gęstość właściwa,
- gęstość objętościowa,
- wilgotność naturalna.

Badania składu granulometrycznego gruntów spoistych wykonano za pomocą analizy areometrycznej wg normy PN-88/B-04481.

W otworze badawczym O-14 podczas wierceń badawczych na głębokości 1,1 m ppt występowały sączenia, które doprowadziły do uplastycznienia się tych gruntów. W związku z powyższym stopień plastyczności określony na podstawie badań laboratoryjnych w próbce gruntu pobranej z otworu O-14 (1,3 m ppt) nie jest miarodajny. Ze względu na występujące sączenia oraz przyjętą technikę wiercenia (świder ślimakowy bez rur osłonowych) stopień plastyczności I_L został skorygowany badaniami makroskopowymi.

2.4 Prace geodezyjne

Prace geodezyjne polegały na wyznaczeniu w terenie projektowanych otworów badawczych (Zał. nr 2) oraz ich pomiarze wysokościowym w dowiązaniu do reperów roboczych (studzienek kanalizacyjnych).

2.5 Wydzielenie warstw geotechnicznych

Na podstawie wykonanych otworów badawczych (p. 2.1) oraz badań laboratoryjnych (p. 2.3) wydzielono warstwy geotechniczne w gruntach rodzimych i antropogenicznych podłoża. Wydzielenie warstw, jednorodnych pod względem cech fizycznych i mechanicznych, przeprowadzono zgodnie z „Wytycznymi ...” [2]. Parametry geotechniczne poszczególnych warstw określono na podstawie badań polowych i laboratoryjnych, na podstawie normy PN-EN-1997-2:2009 oraz normy PN-81/B-03020 [3].

Wyprowadzone wartości parametrów fizyko - mechanicznych wydzielonych warstw geotechnicznych podłoża przedstawiono w formie tabelarycznej na Zał. nr 9.

W niniejszej opinii przedstawiono parametry wyprowadzone (Zał. nr 9) na podstawie badań laboratoryjnych, parametry określone na podstawie normy PN-EN-1997-2:2009 oraz normy PN-81/B-03020 według parametrów wiodących takich jak I_D i I_L , a także parametry charakterystyczne (Zał. nr 10).

Na dalszych etapach projektowania geotechnicznego określone zostaną parametry obliczeniowe zgodnie z PN-EN 1997-2:2009 [6].

2.6 Badania nawierzchni drogowej

W ramach prac terenowych wykonano 3 odkrywki w celu rozpoznania stanu nawierzchni drogowej. Odkrywka nr 1 została wykonana przy ul. Wilczyckiej 15 (po stronie cmentarza), odkrywka nr 2 przy ul. Wilczyckiej 30, natomiast odkrywka nr 3 przy ul. Rzecznej 3 (Załącz. nr 2).

Głębokości odkrywek wynoszą ok. 0,75 ÷ 0,85 m ppt. Odkrywki drogowe zostały wykonane ręcznie (Załącz. nr 4).

Stan nawierzchni asfaltowej określono za pomocą badania ugięciomierzem belkowym (belką Benkelmana) zgodnie z normą BN-70/8931-06 (Załącz. nr 7).

Wykonano 46 badań ugięcia nawierzchni na trzech odcinkach drogowych:

- 16 ugięć, po 8 z każdej strony jezdni na odcinku Kiełczów, ul. Wilczycka od pl. Jana Pawła II do skrzyżowania z ul. Rzeczną
- 19 ugięć, 10 z prawej i 9 z lewej strony jezdni na odcinku Wilczyce ul. Wrocławska od skrzyżowania z ul. Dębową do Kiełczowa; Kiełczów, ul. Wilczycka od granicy do skrzyżowania z ul. Rzeczną,
- 11 ugięć, 6 z prawej i 5 z lewej strony jezdni, na odcinku Kiełczów, ul. Rieczna.

3 Wyniki prac terenowych i badań laboratoryjnych

3.1 Budowa geologiczna

Na podstawie wierceń, wykonanych dla potrzeb niniejszej opinii w sierpniu 2017 r., rozpoznano budowę geologiczną obszaru badań 16 otworami badawczymi do głębokości 3,0 m ppt. W budowie podłoża udział biorą czwartorzędowe grunty gruboziarniste (niespoiste) oraz drobnoziarniste (spoiste) przykryte od góry warstwą gruntów antropogenicznych (nasypów niebudowlanych i budowlanych) oraz miejscami warstwą humusu (gleby).

W otworach badawczych O-6, O-9, O-12 i O-14 bezpośrednio od powierzchni terenu stwierdzono występowanie warstwy humusu (gleby) o miąższości 0,1 ÷ 1,0 m.

W otworach badawczych O-1 ÷ O-4, O-7, O-8, O-11 i O-14 bezpośrednio od powierzchni terenu oraz w O-14 na głębokości 0,1 m ppt stwierdzono występowanie warstwy gruntów antropogenicznych (nasypów budowlanych) w postaci tłucznia lub piasków średnich z kamieniami. Miąższość warstwy tych gruntów wynosi 0,10 ÷ 1,00 m.

Na głębokości 0,1 ÷ 0,4 m ppt w otworach badawczych O-1 ÷ O-4, O-7 ÷ O-9, O-11, O-13 oraz bezpośrednio od powierzchni terenu w O-5, O-10, O-15 i O-16 stwierdzono występowanie gruntów antropogenicznych, nasypów niebudowlanych składających się z mieszaniny piasku średniego, kamieni, gliny pylastej, fragmentów cegieł, fragmentów betonu i części organicznych. Miąższość warstwy tych gruntów wynosi 0,4 ÷ 1,4 m.

Pod nasypami w otworach badawczych O-4 ÷ O-6 i O-10 na głębokości 0,8 ÷ 1,4 m ppt nawiercono czwartorzędowe grunty gruboziarniste (niespoiste) reprezentowane przez piaski średnie i piaski średnie z domieszką łu (średnie zaglinione). Miąższość warstw i soczewek tych gruntów wynosi 0,3 ÷ 0,5 m.

We wszystkich otworach badawczych na głębokości 0,4 ÷ 1,7 m ppt stwierdzono występowanie czwartorzędowych gruntów drobnoziarnistych (spoistych) reprezentowanych przez gliny pylaste (gliny), gliny pylaste (gliny) ze żwirem, gliny pylaste (gliny) przewarstwiane piaskiem średnim i piaski zailone (gliny piaszczyste). Spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości 3,0 m ppt.

3.2 Warunki hydrogeologiczne

Podczas prowadzonych prac w sierpniu 2017 r., na badanym terenie do głębokości 3,0 m ppt jedynie w otworach O-4, O-5, O-6 i O-10 stwierdzono występowania zwierciadła wód podziemnych.

Została ona nawiercona w obrębie nieciągłych warstw i soczewek zbudowanych z piasków średnich z domieszką łu (średnie zaglinione) i piasków średnich występujących na gł. 0,8 ÷ 1,4 m ppt.

Zwierciadło wody podziemnej ma charakter swobodny i miejscami napięty, zostało nawiercone na głębokości 1,0 ÷ 1,4 m ppt (tj. na rzędnych 121,33 ÷ 127,97 m npm) i stabilizuje się na głębokości 1,0 ÷ 1,2 m ppt (tj. na rzędnych 121,73 ÷ 127,97 m npm).

Na badanym obszarze w otworach O-5, O-6 i O-14 na głębokości 1,1 ÷ 2,8 m ppt (tj. na rzędnych 122,74 ÷ 126,24 m npm) w obrębie gruntów

słaboprzepuszczalnych stwierdzono występowania sączeń wód podziemnych.

Stwierdzone zwierciadło wód podziemnych jest związane najprawdopodobniej z infiltracją wód opadowych przez znajdujące się powyżej grunty antropogeniczne. W związku z powyższym poziom tego zwierciadła będzie uzależniony od warunków pogodowych.

3.3 Konstrukcja nawierzchni drogowej

Stan nawierzchni asfaltowej określono za pomocą badania ugięciomierzem belkowym (belką Benkelmana) zgonie z normą BN-70/8931-06 (Zał. nr 7) oraz wykonano odkrywki nawierzchni drogowej. Lokalizację odkrywek przedstawiono na Zał. nr 2, schemat odkrywek przedstawiono na Zał. nr 4.

Odkrywka nr 1 (ul. Wilczycka 15)

Dane pomiarowe:

- asfalt o grubości 1,5 cm,
- podbudowa główna: grunty antropogeniczne, nasypy budowlane składające się z tłucznia o miąższości ok 10,0 cm,
- podbudowa pomocnicza: grunty antropogeniczne, nasypy budowlane składające się z piasków średnich ze żwirem o miąższości ok 8,5 cm,
- grunty rodzime, gliny pylaste (gliny).

Odkrywka nr 2 (ul. Wilczycka 30)

Dane pomiarowe:

- 1 warstwa asfaltu o grubości 3,0 cm,
- 2 warstwa asfaltu o grubości 5,0 cm,
- podbudowa główna: grunty antropogeniczne, nasypy budowlane składające się z kamienia łamanego o miąższości ok 10,0 cm,
- podbudowa pomocnicza: grunty antropogeniczne, nasypy budowlane składające się z piasków średnich ze żwirem o miąższości ok 8,0 cm,
- grunty rodzime, gliny pylaste (gliny).

Odkrywka nr 3 (ul. Rzeczna 3)

Dane pomiarowe:

- asfalt o grubości 10,0 cm,

- podbudowa główna: grunty antropogeniczne, nasypy budowlane składające się z kamienia łamanego o miąższości ok 18,0 cm,
- podbudowa pomocnicza: grunty antropogeniczne, nasypy budowlane składające się z piasków średnich ze żwirem o miąższości ok 7,5 cm,
- grunty rodzime, gliny pylaste (gliny).

Na odcinku Kiełczów, ul. Wilczycka od pl. Jana Pawła II do skrzyżowania z ul. Rzeczną wartości ugięcia sprężystego wahają się od 0,16 mm do 0,80 mm. Wartość ugięcia miarodajnego dla badanej nawierzchni wynosi 0,80 mm

Na odcinku Wilczyce ul. Wrocławska od skrzyżowania z ul. Dębową do Kiełczowa; Kiełczów, ul. Wilczycka od granicy do skrzyżowania z ul. Rzeczną, wartości ugięcia sprężystego wahają się od 0,16 mm do 0,64 mm. Wartość ugięcia miarodajnego dla badanej nawierzchni wynosi 0,70 mm.

Na odcinku Kiełczów, ul. Rieczna wartości ugięcia sprężystego wahają się od 0,20 mm do 0,70 mm. Wartość ugięcia miarodajnego dla badanej nawierzchni wynosi 0,69 mm.

3.4 Warunki geotechniczne

3.4.1 Ustalenie rodzaju warunków gruntowych oraz kategorii geotechnicznej

Po analizie warunków geotechnicznych stwierdzić należy, zgodnie z Rozporządzeniem *w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych*, że badany obszar charakteryzuje się **prostymi warunkami gruntowymi**, a projektowaną inwestycję proponuje się zaliczyć do **I kategorii geotechnicznej**.

Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych

Zgodnie z przyjętą metodyką (p. 2.7), w podłożu wydzielono **6** warstw geotechnicznych:

- **1** w gruntach rodzimych gruboziarnistych (niespoistych) – **I**,
- **3** w gruntach rodzimych drobnoziarnistych (spoistych) – **B1a, B1b, B1c**,
- **2** w gruntach antropogenicznych (nasypowych) – **nN, nB**.

Wyprowadzone i charakterystyczne wartości obliczeniowe parametrów fizyko – mechanicznych, wyznaczone na podstawie prac terenowych, badań laboratoryjnych oraz normy EN-1997-2:2009 [6] i PN-81/B-03020 [3]

przedstawiono w tabeli - Zał. nr 9 i 10. Poniżej w sposób syntetyczny scharakteryzowano każdą z wydzielonych warstw geotechnicznych:

Warstwa nN – grunty antropogeniczne - nasypy niebudowlane zbudowane z mieszaniny **piasku średniego, kamieni, gliny pylastej, fragmentów cegieł, fragmentów betonu i części organicznych**. Nasypy te zostały stwierdzone na głębokości $0,1 \div 0,4$ m ppt w otworach badawczych O-1 \div O-4, O-7 \div O-9, O-11, O-13 oraz bezpośrednio od powierzchni terenu w O-5, O-10, O-15 i O-16. Miąższość warstwy tych gruntów wynosi $0,4 \div 1,4$ m. Ze względu na niejednorodny skład nie wyznaczono dla nich parametrów geotechnicznych.

Warstwa nB – grunty antropogeniczne - nasypy budowlane składające się z **piasku średniego z kamieniami lub tłucznia** w stanie średniozagęszczonym. Nasypy te zostały stwierdzone w otworach badawczych O-1 \div O-4, O-7, O-8, O-11 i O-14 bezpośrednio od powierzchni terenu oraz w O-14 na głębokości $0,1$ m ppt. Miąższość warstwy tych gruntów wynosi $0,10 \div 1,00$ m. Ze względu na skład oraz niewielką miąższość nie wyznaczono dla nich parametrów geotechnicznych.

Warstwa I – piaski średnie, piaski średnie z domieszką łu (średnie zaglinione) w stanie średniozagęszczonym, zostały stwierdzone w otworach badawczych O-4 \div O-6 i O-10 na głębokości $0,8 \div 1,4$ m ppt. Miąższość warstwy tych gruntów wynosi $0,3 \div 0,5$ m.

Najważniejsze wyprowadzone parametry geotechniczne to:

- stopień zagęszczenia I_D wyznaczony na podstawie oporów podczas wiercenia = 0,50,
- gęstość właściwa ρ_s wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = $2,65 \text{ g/cm}^3$,
- gęstość objętościowa ρ wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = $2,00 \text{ g/cm}^3$,
- wilgotność naturalna w_n wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 22%,
- spójność c_u wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 0 kPa,
- kąt tarcia wewnętrznego :
 - całkowity ϕ_u wyznaczony na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 33° ,
 - efektywny ϕ' wyznaczony na podstawie normy PN-EN-1997-2:2009 = 34° ,

- moduł ścisłości pierwotnej M_0 wyznaczony na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 95 MPa,

Najważniejsze charakterystyczne parametry geotechniczne **warstwy I** to:

- stopień zagęszczenia $I_D = 0,50$,
- gęstość właściwa $\rho_s = 2,65 \text{ g/cm}^3$,
- gęstość objętościowa $\rho = 2,00 \text{ g/cm}^3$,
- wilgotność naturalna $w_n = 22\%$,
- spójność $c_u = 0 \text{ kPa}$,
- całkowity kąt tarcia wewnętrznego $\phi_u = 33^\circ$,
- efektywny kąt tarcia wewnętrznego $\phi' = 34^\circ$,
- moduł ścisłości pierwotnej $M_0 = 95 \text{ MPa}$,

Warstwa B1a – gliny pylaste (gliny) ze żwirem w stanie zwartym. Zostały one stwierdzone w otworze badawczym O-3 na głębokości 0,5 m ppt. Spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości 3,0 m ppt.

Najważniejsze wyprowadzone parametry geotechniczne to:

- stopień plastyczności I_L wyznaczony na podstawie badań makroskopowych < 0 ,
- gęstość właściwa ρ_s wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = $2,67 \text{ g/cm}^3$,
- gęstość objętościowa ρ wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = $2,15 \text{ g/cm}^3$,
- wilgotność naturalna w_n wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = $16,0\%$,
- spójność c_u wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 40 kPa ,
- kąt tarcia wewnętrznego ϕ_u wyznaczony na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 22° ,
- moduł ścisłości pierwotnej M_0 wyznaczony na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 66 MPa .

Najważniejsze charakterystyczne parametry geotechniczne **warstwy B1a** to:

- stopień plastyczności $I_L < 0$,
- gęstość właściwa $\rho_s = 2,67 \text{ g/cm}^3$,
- gęstość objętościowa $\rho = 2,15 \text{ g/cm}^3$,

- wilgotność naturalna $w_n = 16,0 \%$,
- spójność $c_u = 40 \text{ kPa}$,
- kąt tarcia wewnętrznego $\phi_u = 22^\circ$,
- moduł ścisłości pierwotnej $M_0 = 66 \text{ MPa}$.

Warstwa B1b – gliny pylaste (gliny) i gliny pylaste (gliny) ze żwirem w stanie twardoplastycznym. Zostały one stwierdzone w otworach badawczych O-2, O-4, O-6 ÷ O-11, O-13 ÷ O-16 na głębokości 1,0 ÷ 1,7 m ppt. Spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości 3,0 m ppt.

Najważniejsze wyprowadzone parametry geotechniczne to:

- stopień plastyczności I_L wyznaczony na podstawie badań laboratoryjnych = 0,05,
- gęstość właściwa ρ_s :
 - wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 2,67 g/cm³,
 - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych = 2,68 g/cm³,
- gęstość objętościowa ρ :
 - wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 2,15 g/cm³,
 - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych = 2,05 g/cm³,
- wilgotność naturalna w_n :
 - wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 16,0 %,
 - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych = 15,5 %,
- spójność c_u wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 38 kPa,
- kąt tarcia wewnętrznego ϕ_u wyznaczony na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 21°,
- moduł ścisłości pierwotnej M_0 wyznaczony na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 56 MPa.

Najważniejsze charakterystyczne parametry geotechniczne **warstwy B1b** to:

- stopień plastyczności $I_L = 0,05$,
- gęstość właściwa $\rho_s = 2,68 \text{ g/cm}^3$,
- gęstość objętościowa $\rho = 2,05 \text{ g/cm}^3$,
- wilgotność naturalna $w_n = 15,5\%$,
- spójność $c_u = 38 \text{ kPa}$,
- kąt tarcia wewnętrznego $\phi_u = 21^\circ$,
- moduł ścisłości pierwotnej $M_0 = 56 \text{ MPa}$.

Warstwa B1c – gliny pylaste (gliny), gliny pylaste (gliny) przewarstwiane piaskiem średnim i piaski zailone (gliny piaszczyste) na granicy stanu twaroplastycznego i plastycznego. Zostały one stwierdzone w otworach badawczych O-1, O-5, O-6, O-12 i O-14 na głębokości 0,4 ÷ 1,5 m ppt. W otworach O-6 i O-11 miąższość warstwy tych gruntów wynosi 0,4 ÷ 0,6 m, w pozostałych otworach spągu warstwy tych gruntów nie stwierdzono do głębokości 3,0 m ppt.

Najważniejsze wyprowadzone parametry geotechniczne to:

- stopień plastyczności I_L wyznaczony na podstawie badań laboratoryjnych = 0,28,
- gęstość właściwa ρ_s :
 - wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 2,67 g/cm³,
 - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych = 2,68 g/cm³,
- gęstość objętościowa ρ :
 - wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 2,05 g/cm³,
 - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych = 2,04 g/cm³,
- wilgotność naturalna w_n :
 - wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 21,0 %,
 - wyznaczona na podstawie badań laboratoryjnych = 18,0 %,
- spójność c_u wyznaczona na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 29 kPa,
- kąt tarcia wewnętrznego ϕ_u wyznaczony na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 17°,
- moduł ścisłości pierwotnej M_0 wyznaczony na podstawie normy PN-B-03020:1981 = 31 MPa.

Najważniejsze charakterystyczne parametry geotechniczne **warstwy B1c** to:

- stopień plastyczności $I_L = 0,28$,
- gęstość właściwa $\rho_s = 2,68$ g/cm³,
- gęstość objętościowa $\rho = 2,04$ g/cm³,
- wilgotność naturalna $w_n = 18\%$,
- spójność $c_u = 29$ kPa,
- kąt tarcia wewnętrznego $\phi_u = 17^\circ$,
- moduł ścisłości pierwotnej $M_0 = 31$ MPa.

3.4.2 Wysadzinowość gruntów

Na podstawie *Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych* [8], określono wysadzinowość gruntów.

Stwierdzono, że na badanym terenie do głębokości 3,0 m ppt występują grunty niewysadzinowe, wątpliwe i bardzo wysadzinowe:

- piaski średnie (**warstwy I**) zaliczono do **gruntów niewysadzinowych**,
- piaski średnie z domieszką łu (średnie zaglinione) (**warstwy I**) zaliczono do **gruntów wątpliwych**,
- gliny pylaste (gliny), gliny pylaste (gliny) ze żwirem, gliny pylaste (gliny) przewarstwiane piaskiem średnim i piaski zailone (gliny piaszczyste) (**warstwy B1a, B1b, B1c**) zaliczono do **gruntów bardzo wysadzinowych**.

3.4.3 Ocena jakości podłoża gruntowego

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że podłoże terenu charakteryzuje się występowaniem gruntów mało zróżnicowanych pod względem genetycznym i litologicznym. Stanowią je grunty rodzime **gruboziarniste (niespoiste)** reprezentowane przez piaski średnie, piaski średnie z domieszką łu (średnie zaglinione), **rodzime grunty drobnoziarniste (spoiste)** reprezentowane przez gliny pylaste (gliny), gliny pylaste (gliny) ze żwirem, gliny pylaste (gliny) przewarstwiane piaskiem średnim i piaski zailone (gliny piaszczyste) oraz **grunty antropogeniczne** (nasypy niebudowlane i budowlane).

Klasyfikację gruntów i ich przydatność do budowy, podano na podstawie uziarnienia i cech fizyko – mechanicznych [1]:

- **Warstwa nN – grunty antropogeniczne (nasypy niebudowlane)** zbudowane z mieszaniny piasku średniego, kamieni, gliny pylastej, fragmentów cegieł, fragmentów betonu i części organicznych. Grunty te ze względu na ich niejednorodny skład należy traktować jako **słabonośne i ściśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [8] grupa nośności podłoża znajduje się poza klasyfikacją.
- **Warstwa nB – grunty antropogeniczne (nasypy budowlane)** zbudowane z tłucznia i piasku średniego z kamieniami w stanie średniozagęszczonym. Grunty te ze względu na ich skład należy traktować jako **nośne i małościśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [8] należą one do grupy nośności podłoża **G1**.

- **Warstwa I** – grunty gruboziarniste (niespoiste) w stanie średniozagęszczonym, reprezentowane przez **piaski średnie i piaski średnie z domieszką iłu (średnie zaglinione)**. Grunty te należy traktować jako **nośne i małościśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [8] należą one do grupy nośności podłoża **G1 ÷ G2**.
- **Warstwa B1a** – grunty drobnoziarniste (spoiste) w stanie zwartym, reprezentowane przez **gliny pylaste (gliny) ze żwirem**. Grunty te należy traktować jako **nośne i małościśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [8] należą one do grupy nośności podłoża **G4**.
- **Warstwa B1b** – grunty drobnoziarniste (spoiste) w stanie twar doplastycznym, reprezentowane przez **gliny pylaste (gliny) i gliny pylaste (gliny) ze żwirem**. Grunty te należy traktować jako **nośne i małościśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [8] należą one do grupy nośności podłoża **G4**.
- **Warstwa B1c** – grunty drobnoziarniste (spoiste) na granicy stanu twar doplastycznego i plastycznego, reprezentowane przez **gliny pylaste (gliny), gliny pylaste (gliny) przewarstwiane piaskiem średnim i piaski zailone (gliny piaszczyste)**. Grunty te należy traktować jako **średnionośne i średniościśliwe**. Według *Katalogu GDDKiA* [8] należą one do grupy nośności podłoża **G4**.

Do bezpośredniego posadowienia nadają się wszystkie **grunty rodzime** drobnoziarniste (spoiste), gruboziarniste (niespoiste) oraz antropogeniczne (nasypy budowlane) budujące warstwy **I, B1a, B1b, B1c i nB**. Traktować należy je jako **nośne i średnionośne** oraz **mało i średniościśliwe**.

Należy jednak zwrócić uwagę, że grunty rodzime drobnoziarniste (spoiste) należące do warstw **B1a, B1b i B1c** są gruntami bardzo wysadzinowymi zakwalifikowanymi do grupy nośności **G4**. Ponadto należy zwrócić uwagę na możliwość wystąpienia większych osiadań na obszarze występowania gruntów **średnionośnych i średniościśliwych** należących do warstwy **B1c**.

Do bezpośredniego posadowienia nie nadają się natomiast **grunty antropogeniczne (nasypy niebudowlane) nN**, ze względu na ich niejednorodny skład traktować je należy jako **słabonośne i ściśliwe**. Grunty te są poza klasyfikacją grupy nośności (p.k.).

Prowadzenie prac budowlanych w gruntach drobnoziarnistych (spoistych) należących do warstw **B1a, B1b, B1c** wiąże się z ich zabezpieczeniem przed kontaktem z wodą podziemną i opadową, który może doprowadzić do uplastycznienia a nawet upłynnienia budujących je gruntów, a tym samym do pogorszenia ich parametrów geotechnicznych.

4 Podsumowanie i wnioski

1. „Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego określająca warunki gruntowo-wodne podłoża terenu pod projektowaną rozbudowę dróg powiatowych nr 1917D tj. ul. Wilczyckiej w Kiełczowie i ul. Wrocławskiej w Wilczycach oraz nr 1922 D, tj. ul. Rzecznej w Kiełczowie, gm. Długoleka” została wykonana na podstawie zlecenia wystawionego przez „BAMAR” BIURO PROJEKTOWE z siedzibą przy ul. Strońskiej 4A/22 we Wrocławiu.
2. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 Nr 81, poz. 463), stwierdzić należy, że badany obszar charakteryzuje się prostymi warunkami gruntowymi a projektowaną inwestycję proponuje się zaliczyć do I kategorii geotechnicznej.
3. Podłoże terenu charakteryzuje się występowaniem gruntów mało zróżnicowanych pod względem genetycznym i litologicznym. Stanowią je grunty rodzime gruboziarniste (niespoiste) reprezentowane przez piaski średnie, piaski średnie z domieszką iłu (średnie zaglinione), rodzime grunty drobnoziarniste (spoiste) reprezentowane przez gliny pylaste (gliny), gliny pylaste (gliny) ze żwirem, gliny pylaste (gliny) przewarstwiane piaskiem średnim i piaski zailone (gliny piaszczyste) oraz grunty antropogeniczne (nasypy niebudowlane i budowlane).
4. Na badanym terenie do głębokości 3,0 m ppt jedynie w otworach O-4, O-5, O-6 i O-10 stwierdzono występowania zwierciadła wód podziemnych. Zostało ono nawiercone w obrębie nieciągłych warstw i soczewek zbudowanych z piasków średnich z domieszką iłu (średnie zaglinione) i piasków średnich

- występujących na gł. $0,8 \div 1,4$ m ppt. Zwierciadło wody podziemnej ma charakter swobodny i miejscami napięty, zostało nawiercone na głębokości $1,0 \div 1,4$ m ppt (tj. na rzędnych $121,33 \div 127,97$ m npm) i stabilizuje się na głębokości $1,0 \div 1,2$ m ppt (tj. na rzędnych $121,73 \div 127,97$ m npm).
5. Na badanym obszarze w otworach O-5, O-6 i O-14 na głębokości $1,1 \div 2,8$ m ppt (tj. na rzędnych $122,74 \div 126,24$ m npm) w obrębie gruntów słaboprzepuszczalnych stwierdzono występowania sączeń wód podziemnych.
 6. Stwierdzone zwierciadło wód podziemnych jest związane najprawdopodobniej z infiltracją wód opadowych przez znajdujące się powyżej grunty antropogeniczne. W związku z powyższym poziom tego zwierciadła będzie uzależniony od warunków pogodowych.
 7. W podłożu badanego terenu wydzielono 6 warstw geotechnicznych: 1 w gruntach rodzimych gruboziarnistych (niespoistych) – I, 3 w gruntach rodzimych drobnoziarnistych (spoistych) – B1a, B1b, B1c, 2 w gruntach antropogenicznych (nasypowych) – nN, nB.
 8. Na podstawie *Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych* stwierdzono, że na badanym terenie do głębokości 3,0 m ppt występują grunty niewysadzinowe, wątpliwe i bardzo wysadzinowe.
 9. Wartości ugięcia miarodajnego, badane za pomocą ugięciomierza belkowego (belką Benkelmana) dla badanej nawierzchni wynosi $0,69 \div 0,80$ mm.
 10. Do bezpośredniego posadowienia nadają się wszystkie grunty rodzime drobnoziarniste (spoiste), gruboziarniste (niespoiste) oraz antropogeniczne (nasypy budowlane) budujące warstwy I, B1a, B1b, B1c i nB. Traktować należy je jako nośne i średnio-nośne oraz mało i średniościśliwe..
 11. Należy jednak zwrócić uwagę, że grunty rodzime drobnoziarniste (spoiste) należące do warstw B1a, B1b i B1c są gruntami bardzo wysadzinowymi zakwalifikowanymi do grupy nośności G4. Ponadto należy zwrócić uwagę na możliwość wystąpienia większych osiadań na obszarze występowania gruntów średnio-nośnych i średniościśliwych należących do warstwy B1c.

12. Do bezpośredniego posadowienia nie nadają się natomiast grunty antropogeniczne (nasypy niebudowlane) nN, ze względu na ich niejednorodny skład traktować je należy jako słabonośne i ściśliwe. Grunty te są poza klasyfikacją grupy nośności (p.k.).
13. Prowadzenie prac budowlanych w gruntach drobnoziarnistych (spoistych) należących do warstw B1a, B1b, B1c wiąże się z ich zabezpieczeniem przed kontaktem z wodą podziemną i opadową, który może doprowadzić do uplastycznienia a nawet upłynnienia budujących je gruntów, a tym samym do pogorszenia ich parametrów geotechnicznych.