

CENTRUM BADAŃ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH PIOTR JĘSIEK

Ul. Przemęcka 23, Nowa wieś, 64-234

cbgi.pj@gmail.com, Tel. 661-530-728, NIP: 923-165-92-06



OPINIA GEOTECHNICZNA

OKREŚLAJĄCA WARUNKI GRUNTOWO-WODNE

dla inwestycji: „Przebudowa drogi powiatowej

Wijewo - Potrzebowo - granica powiatu”

Zlecniodawca:

Biuro Inżynierii Drogowej S-ka Sp. z o.o.

Ul. Ostrowskiego 9/108

53-238 Wrocław

NIP: 8992893174

Lokalizacja:

Wijewo, ul. Zachodnia, Kalek, Potrzebowo

dz. nr ew. 928, 930/2, 937, 938/1 (Obręb Wijewo)

**dz. nr ew. 62/1, 62/2, 84/1, 84/2, 84/3, 85, 86/3, 86/4, 310/2, 311/1, 312/1,
325, 327, 354/1, 354/2, 355/1 (Obręb Potrzebowo)**

Gmina Wijewo

powiat leszczyński

województwo wielkopolskie

Opracowali:

inż. Piotr Jęsień

geolog / geotechnik

mgr inż. Wojciech Szablewski

upr. geol. VII - 1860

Nowa wieś, listopad 2022 r.

Spis treści:

1. Wstęp
 - 1.1. Zleceniodawca i opis inwestycji
 - 1.2. Podstawa prawna opracowania
 - 1.3. Normy i materiały użyte w opracowaniu
 - 1.4. Lokalizacja planowanej inwestycji
 - 1.5. Zakres przeprowadzonych badań
2. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne
 - 2.1. Budowa geologiczna
 - 2.2. Warunki hydrogeologiczne
3. Geotechniczna charakterystyka gruntów
4. Konstrukcja istniejącej nawierzchni
5. Ocena wysadzinowości i grupa nośności podłoża
6. Ocena nośności istniejącej konstrukcji drogi
7. Wnioski

Załączniki graficzne:

1. Mapa lokalizacyjna w skali 1:50 000
- 2.1 – 2.3 Mapa dokumentacyjna w skali 1:1000
3. objaśnienia symboli i znaków
4. Zestawienie uogólnionych parametrów geotechnicznych
- 5.1 – 5.2 Przekroje geotechniczne
6. Profile geotechniczne
7. Wyniki badania stopnia i wskaźnika zagęszczenia sondą dynamiczną DPL oraz stopnia plastyczności sondą udarowo-obrotową SLVT
8. Sprawozdanie z badań ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym
9. Zestawienie badań konstrukcji drogi

1. Wstęp

1.1. Zleceniodawca i opis inwestycji

Niniejsze opracowanie wykonano na zlecenie „**Biura Inżynierii Drogowej S-ka Sp. z o.o.**”, z siedzibą we Wrocławiu przy ul. Ostrowskiego 9/108, 53-238.

Celem opracowania jest ustalenie warunków gruntowo-wodnych, określenie parametrów geotechnicznych podłoża oraz rozpoznanie istniejącej konstrukcji drogi o nawierzchni bitumicznej w miejscu projektowanej przebudowy drogi powiatowej nr 4755P Wijewo – Potrzebowo – granica powiatu leszczyńskiego. Projekt obejmuje przebudowę istniejącej drogi o nawierzchni asfaltowej (długości ok. 6529 mb). Na części odcinka w obrębie m. Potrzebowo planuje się powierzchniowe utwardzenie nawierzchni (od Km 3+250 do Km 5+150).

Projekt obejmuje również:

- odwodnienie drogi i zagospodarowanie wód deszczowych;
- przebudowę przepustu;
- połączenie drogi z istniejącym układem komunikacyjnym (drogi wewnętrzne i gminne, zjazdy publiczne, zjazdy indywidualne itp.).

Zaprojektowana zostanie konstrukcja drogi odpowiednia do prognozowanego ruchu.

Wyniki przeprowadzonych badań geotechnicznych pozwolą projektantom na określenie optymalnego poziomu i sposobu wykonania warstw konstrukcyjnych drogi oraz na zastosowanie odpowiednich rozwiązań technicznych w trakcie prac budowlanych zgodnie z obowiązującymi normami.

Lokalizacja inwestycji oraz założenia projektowe zostały przedstawione przez Zleceniodawcę.

1.2. Podstawa prawna opracowania

- Rozporządzenie MTBiGM w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych z dnia 25.04.2012 r. (Dz. U. Nr 248 poz. 463);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno - budowlanych dotyczących dróg publicznych (Dz. U. 2022, poz. 1518 z późniejszymi zmianami);
- Ustawa „Prawo geologiczne i górnicze” z dnia 09.06.2011 r. (Dz. U. 2022, poz. 1072 z późniejszymi zmianami);
- Ustawa „Prawo budowlane” z dnia 07.07.1994 r. art. 34, ust. 3, pkt. 4 (Dz. U. 2021 poz. 2351 z późniejszymi zmianami).

1.3. Normy i materiały użyte w opracowaniu

Opinię opracowano w oparciu o następujące normy i instrukcje:

- PN-B-03020:1981 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.”;
- PN-B-02480:1986 „Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.”;
- PN-B-04452:2002 „Geotechnika. Badania polowe.”;
- PN-B-02481:1998 „Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.”;
- PN-B-02479:1998 „Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.”;
- PN-B-04481-1988 „Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu.”;
- BN-70/8931-06 „Drogi samochodowe - Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym.”;

Uwaga: W/w normy zostały wycofane, lecz pozostają w praktycznym użyciu.

- PN-EN 1997-1:2008 EUROKOD 7 Projektowanie geotechniczne. Zasady ogólne.;
- PN-EN 1997-2:2009 EUROKOD 7 Projektowanie geotechniczne. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.;
- PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.;
- PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Zasady klasyfikowania.;
- PN-EN ISO 22476-2:2005/A1:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania polowe - Część 2: Sondowanie dynamiczne.;
- PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.;
- Instrukcja wykonania badań i pomiarów w celu rozpoznania konstrukcji nawierzchni oraz warunków podłoża gruntowego, GDDKiA, o/Wrocław, 2016 r., Wydanie I.
- Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych - Załącznik do Zarządzenia Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad nr 31 z dnia 16.06.2014 r.
- Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych 2012, GDDKiA – Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa, listopad 2012 r.

Materiały archiwalne jakie wykorzystano do opracowania dokumentacji na terenie badań to:

- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Sława (nr 577);
- Gizler H., (1997): Objasnienia do szczególowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, Arkusz Sława, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa;
- J. Kondracki „Geografia regionalna Polski” 2000 r.;
- B. Krygowski „Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej”, 1961 r.

1.4. Lokalizacja planowanej inwestycji

Inwestycja drogowa (przebudowa drogi nr 4755P) zlokalizowana jest w zachodniej części Gminy Wijewo w obrębie miejscowości Wijewo i Potrzebowo (powiat leszczyński, województwo wielkopolskie). Projektowana inwestycja ma swój początek przy skrzyżowaniu ulic Wincentego Witosa i Zachodniej we Wijewie na północnym-wschodzie, a kończy się przy Cieku Białogórskim na wschodzie (granica powiatu leszczyńskiego). Badania zrealizowano na drodze powiatowej nr 4755P o nawierzchni asfaltowej i poboczu drogowym, w obrębie działek nr 928, 930/2, 937, 938/1 (Obręb Wijewo) oraz dz. nr 62/1, 62/2, 84/1, 84/2, 84/3, 85, 86/3, 86/4, 310/2, 311/1, 312/1, 325, 327, 354/1, 354/2, 355/1 (Obręb Potrzebowo).

Teren jest zmieniony antropogenicznie z występującymi sieciami podziemnymi.

Niweleta drogi jest zmienna na projektowanym odcinku drogi. Rzędna punktów badawczych kształtuje się na wysokości od 60,8 do 65,9 m n.p.m.

W obrębie badanego odcinka drogi występuje sieć rowów melioracyjnych oraz bezimienne cieki. Od wschodu inwestycja przylega do Cieku Białogórskiego.

1.5. Zakres przeprowadzonych badań

Na analizowanym terenie w dniach 7 - 14 listopada 2022 r. wykonano:

- tyczenie poszczególnych punktów badawczych;
- 21 otworów geotechnicznych do głębokości 3,0 – 5,0 m;
Łącznie odwiercono 65,0 mb;
Odwierty wykonano zestawem ręcznym okienkowym w średnicy fi 70 mm oraz spiralnym w średnicy fi 38 mm. W trakcie wierceń prowadzono bieżące badania makroskopowe gruntów pobieranych z każdego marszu świdra (rodzaj gruntu, domieszki, przewarstwienia, barwę, wilgotność, stan gruntu) oraz obserwacje i pomiary zwierciadła wody gruntowej (poziom nawiercony i ustabilizowany), jeśli zwierciadło wystąpiło. Otwory badawcze po opróbowaniu i pomiarze poziomu zwierciadła wody podziemnej zostały zlikwidowane z zachowaniem kolejności przewierconych warstw;
- 9 odwiertów wiertnicą rdzeniową (otwory nr 2, 3, 5, 8, 10, 12, 13, 16, 17) przez konstrukcję drogi w średnicy 150 mm (dokładny opis znajduje się w pkt. nr 4 Opinii oraz w załączniku nr 9);
- badania ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym na odcinku Km 0+000 – Km 3+250 oraz Km 5+150 – Km 6+500, nawierzchnia asfaltowa (pkt. nr 6 Opinii geotechnicznej oraz zał. nr 8);
- pobranie próbek gruntu do badań laboratoryjnych w celu ustalenia parametrów geotechnicznych;

- badanie stopnia i wskaźnika zagęszczenia gruntu sondą dynamiczną DPL; Wyniki przeprowadzonych sondowań w postaci wykresów sondowań dynamicznych przedstawiono na zał. nr 7;
- badanie stopnia plastyczności gruntów spoistych (drobnoziarnistych) sondą udarowo-obrotową SLVT; Wyniki przeprowadzonych sondowań w postaci wykresów SLVT przedstawiono na zał. nr 7;
- niwelację techniczną punktów badawczych. Wykonane otwory wiertnicze zostały zniwelowane do stałych reperów wysokościowych oraz naniesione na aktualna mapę w skali 1:1000, otrzymaną od Zleceniodawcy.

Szczegółową lokalizację otworów geotechnicznych i rdzeniowych zaznaczono na mapach dokumentacyjnych (zał. 2.1 – 2.3).

2. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

2.1. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną podłoża rozpoznano na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 (arkusz Sława), geotechnicznych materiałów archiwalnych oraz badań własnych wykonanych w listopadzie 2022 r. (wiercenia do głębokości maksymalnie 5,0 m p.p.t.).

Na podstawie wykonanych prac stwierdzono zaleganie w podłożu utworów czwartorzędowych (holoceńskich i plejstoceńskich).

Holocen: Utwory holoceńskie wykształcone są jako warstwy gruntów nasypowych (nN, nB) oraz gleby (Gb).

Nasypy niekontrolowane nawiercono od powierzchni terenu w otworach nr: 1, 4, 6, 7, 11, 14, 15, 18, 19, i 20. W skład nasypów, w zależności od lokalizacji, wchodzi: piasek średni, żwir, pospółka, piasek drobny, humus, żużel, gruz ceglany, kruszywo łamane, KO – otoczaki oraz destrukta asfaltowy. Miąższość tej warstwy waha się od 0,15 do 0,50 m.

Nasypy budowlane zalegają w stropowych warstwach odwiertów nr: 6, 7, 15, 18, 19, 21 oraz pod konstrukcją drogi w otworach nr: 2, 3, 5, 8, 10, 12, 13, 16 i 17. Wyróżniono nasyp wybitnie piaszczysty (Ps, Pd, Ż, domieszki Humusu) oraz składający się z kruszywa łamanego 0/100,0, pospółki i kamieni - otoczaków.

Miąższość warstwy nasypowej w otworach waha się od 0,1 do 0,9 m.

Warstwę gleby nawiercono w otworze nr 9 od powierzchni terenu. Miąższość warstwy wynosi około 0,5 m.

Plejstocen: Osady plejstocenu wykształciły się jako niespoiste: piaski rzeczno – wodnolodowcowe (pradolinne), piaski i żwiry lodowcowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe dolne oraz spoiste osady lodowcowe (gliny zwałowe), powstałe podczas zlodowacenia północnopolskiego. Grunty niespoiste, nawiercone na całym analizowanym terenie, rozpoznano jako: piaski drobnoziarniste (Pd), średnioziarniste (Ps, Ps+Ż) oraz gruboziarniste (Pr+Ż). Gliny zwałowe (grunty spoiste) nawiercone w otworach nr: 1 – 3, 5 – 9 i 13, reprezentowane są przez: gliny piaszczyste (Gp), gliny pylaste (Gπ) i piaski gliniaste (Pg). W obrębie nawierconych gruntów występują lokalnie domieszki i przewarstwienia.

Do głębokości wierceń tj. 3,0 – 5,0 m p.p.t. nie stwierdzono spągu utworów plejstocenu.

2.2. Warunki hydrogeologiczne

W listopadzie 2022 r. podczas wykonywania prac terenowych, w czternastu otworach stwierdzono obecność wody podziemnej.

Warstwę wodonośną o swobodnym zwierciadle nawiercono w otworach nr: 1, 2, 4, 13 - 21 na głębokości 1,7 – 2,9 m p.p.t. (rzędna 58,7 – 61,5 m n.p.m.).

W otworach nr 8 i 9 nawiercono sączenia w gruntach spoistych na głębokości 2,1 - 2,5 m p.p.t. (rzędna 60,51 – 61,43 m n.p.m.).

Poziom wodonośny na badanym terenie zasilany jest infiltracyjnie z powierzchni terenu. Zwierciadło poziomu wodonośnego może ulegać wahaniom w cyklu rocznym i wieloletnim. Badania wykonano podczas średnich stanów wód podziemnych.

Szczegółowe dane na temat warunków wodnych panujących na terenie badań w listopadzie 2022 r. przedstawiono w tabeli nr 1.

Tab. 1 Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

NR OTW.	RZĘDNA TERENU	ZWIERCIADŁO WODY PODZIEMNEJ				SĄCZENIA		UWAGI
		NAWIERCONE		USTABILIZOWANE				
		GŁĘBOKOŚĆ	RZĘDNA	GŁĘBOKOŚĆ	RZĘDNA	GŁĘBOKOŚĆ	RZĘDNA	
		[m p.p.t.]	[m n.p.m.]	[m p.p.t.]	[m n.p.m.]	[m p.p.t.]	[m n.p.m.]	
1	63,79	2,90	60,89	2,90	60,89	brak	-	zw. swobodne
2	63,85	2,40	61,45	2,40	61,45	brak	-	zw. swobodne
3	64,88	brak	-	brak	-	brak	-	-
4	63,43	2,40	61,03	2,40	61,03	brak	-	zw. swobodne
5	65,75	brak	-	brak	-	brak	-	-
6	65,84	brak	-	brak	-	brak	-	-
7	63,72	brak	-	brak	-	brak	-	-
8	63,93	brak	-	brak	-	2,50	61,43	sączenia
9	63,01	brak	-	brak	-	2,10 2,50	60,91 60,51	sączenia

10	64,14	brak	-	brak	-	brak	-	-
11	64,42	brak	-	brak	-	brak	-	-
12	65,57	brak	-	brak	-	brak	-	-
13	62,53	2,50	60,03	2,50	60,03	brak	-	zw. swobodne
14	63,66	2,70	60,96	2,70	60,96	brak	-	zw. swobodne
15	61,32	1,70	59,62	1,70	59,62	brak	-	zw. swobodne
16	61,4	1,80	59,6	1,80	59,6	brak	-	zw. swobodne
17	61,2	1,90	59,3	1,90	59,3	brak	-	zw. swobodne
18	61,4	2,20	59,2	2,20	59,2	brak	-	zw. swobodne
19	61,3	2,20	59,1	2,20	59,1	brak	-	zw. swobodne
20	60,8	2,10	58,7	2,10	58,7	brak	-	zw. swobodne
21	61,1	2,00	59,1	2,00	59,1	brak	-	zw. swobodne

Dla projektowanej inwestycji występują dobre i przeciętne warunki wodne.

Poniższa tabela nr 2 przedstawia charakter przepuszczalności gruntów budujących podłoże analizowanego terenu oraz wartość współczynnika filtracji tych gruntów. Nasypowe podłoże gruntowe na analizowanym terenie wykazuje zmienne warunki filtracji.

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

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

Przestrzenną budowę podłoża na dokumentowanym terenie przedstawiono w sposób szczegółowy na kartach otworów geotechnicznych (zał. 6) oraz na przekrojach geotechnicznych (zał. 5.1 – 5.2).

3. Geotechniczna charakterystyka gruntów

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

Na podstawie analizy uzyskanych informacji, stwierdzono, że badany teren charakteryzuje się prostymi warunkami gruntowymi.

Planowana inwestycja w prostych warunkach gruntowych została zaklasyfikowana do pierwszej kategorii geotechnicznej zgodnie z Rozporządzeniem MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r.

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

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

PAKIET I – warstwa gruntów nasypowych oraz gleby o miąższości: 0,1 – 0,9 m:

- WARSTWA IA** – nN (Ps, Ż, Po, Pd, Humus, Żużel, Gruz ceg., Kruszywo łamane, KO – otoczaki oraz Destrukt asfaltowy), grunt nasypowy o zmiennych parametrach fizyko-mechanicznych (grunt słabonośny);
- WARSTWA IB1** – nB (Ps, Pd, Ż, domieszki Humusu) stan średniozagęszczony, $I_D = 0,40 - 0,63$ ($I_s = 0,92 - 0,96$), (grunty nasypowe nośne warunkowo);
- WARSTWA IB2** – nB (Ps, Ż, Pd) stan średniozagęszczony / bardzo zagęszczony, $I_D = 0,65 - 0,89$ ($I_s = 0,97 - 1,02$), (grunty nasypowe nośne);
- WARSTWA IC** – nB (Kruszywo łamane 0/100,0, Po, KO - otoczaki) stan bardzo zagęszczony, (grunty nasypowe nośne);
- WARSTWA ID** – gleba (Gb), grunt słabonośny, posiada zmienne parametry fizyko - mechaniczne;

PAKIET II – obejmuje plejstocenijskie grunty niespoiste, wykształcone jako piaski drobne, średnie i grube:

- WARSTWA IIA1** – Pd, Pd//Ps, stan średniozagęszczony, $I_D = 0,46 - 0,53$;
- WARSTWA IIA2** – Pd, Pd//Ps, stan średniozagęszczony, $I_D = 0,55 - 0,60$;
- WARSTWA IIA3** – Pd, stan zagęszczony, $I_D = 0,70 - 0,72$;
- WARSTWA IIB1** – Ps, Ps+Ż, Ps//Pg, Ps//Pr, Ps//Pd, Ps//Gp, stan średniozagęszczony, $I_D = 0,40 - 0,53$;

WARSTWA IIB2 – Ps, Pr+Ż, Ps//Pr, Ps//Pd, Ps//Pg, stan średniozagęszczony, $I_D = 0,55 - 0,65$;

WARSTWA IIB3 – Ps, Ps+Ż, stan zagęszczony, $I_D = 0,67 - 0,78$;

PAKIET III – obejmuje plejstoceńskie osady lodowcowe, wykształcone jako spoiste gliny piaszczyste, gliny pylaste, i piaski gliniaste. Pod względem genetycznym grunty PAKIETU III wg normy PN-B-03020:1981 zalicza się do grupy o symbolu konsolidacji „B” – grunty morenowe nieskonsolidowane i inne grunty skonsolidowane:

WARSTWA IIIA – Pg, Pg//Ps, stan plastyczny, $I_L = 0,35 - 0,46$;

WARSTWA IIIB – Gp, Gπ, Pg, Gp//Pg, Pg//Ps, stan twardoplastyczny, $I_L = 0,05 - 0,25$.

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

4. Konstrukcja istniejącej nawierzchni

W celu określenia konstrukcji istniejącej nawierzchni wykonano 9 odwiertów rdzeniowych zlokalizowanych wg mapy dokumentacyjnej (zał. 2.1 – 2.3). Uzyskane rdzenie zostały szczegółowo zmierzone i opisane. Otwory w nawierzchni (nr 2, 3, 5, 8, 10, 12, 13, 16 i 17) zostały wykorzystane do sprawdzenia podłoża gruntowego do głębokości 3,0 m p.p.t.

Po wykonaniu badań otwory zostały zasypane urobkiem, a powstały ubytek w nawierzchni został odtworzony poprzez wykonanie korka asfaltowego z masy bitumicznej na zimno.

Szczegółowe opisy konstrukcji przedstawiono w tabeli na podstawie wykonanych przewiertów (zał. nr 9).

Rys.1 Pomiar rdzenia z otworu nr 2



Rys.2 Pomiar rdzenia z otworu nr 3



Rys.3 Pomiar rdzenia z otworu nr 5



Rys.4 Pomiar rdzenia z otworu nr 8



Rys.5 Pomiar rdzenia z otworu nr 10



Rys.6 Pomiar rdzenia z otworu nr 12



Rys.7 Pomiar rdzenia z otworu nr 13



Rys.8 Pomiar otworu nr 16



Rys.9 Pomiar otworu nr 17



5. Ocena wysadzinowości i grupa nośności podłoża

Ocenę wysadzinowości gruntów budujących podłoże dokonano w oparciu o wytyczne zawarte w normie PN-S-02205:1998 i Katalogu typowych konstrukcji podatnych i półsztywnych z 2014 r. (Załącznik do Zarządzenia nr 31 GDDKiA z dnia 16.06.14 r.).

- Nasypy budowlane niespoiste (Warstwy IB1, IB2 i IC) zalicza się do gruntów **niewysadzinowych**;
- Rodzime grunty niespoiste: piaski drobnoziarniste, średnioziarniste i gruboziarniste (Pakiet II) zalicza się do gruntów **niewysadzinowych**;
- Rodzime grunty spoiste: gliny piaszczyste, gliny pylaste i piaski gliniaste (Pakiet III) zalicza się do gruntów **bardzo wysadzinowych**;

Grupę nośności podłoża określono na podstawie *Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie przepisów techniczno - budowlanych dotyczących dróg publicznych*, ze szczególnym uwzględnieniem wyników badań terenowych zawartych w niniejszym opracowaniu. Grupę nośności określono do głębokości ok. 1,5 m p.p.t.

W związku z nienawierceniem zwierciadła wód gruntowych w otworach, bądź występowaniem zwierciadła wód gruntowych poniżej 2,0 m p.p.t., warunki wodne określono jako **dobre** (otwory nr 1 – 14, 18 - 21). W związku z występowaniem zwierciadła wód gruntowych w otworach nr: 15 - 17, w przedziale 1,0 - 2,0 m p.p.t., warunki wodne określono jako **przeciętne**.

Grupę nośności podłoża dla **dobrych** warunków wodnych przy występujących w podłożu:

- Nasypach budowlanych niespoistych (Warstwy IB1, IB2 i IC) określa się jako – **G1**;
- Rodzimych gruntach niespoistych: piaskach drobnych i średnich (Pakiet II) określa się jako – **G3**;
- Gruntach spoistych: glinach piaszczystych, glinach pylastych i piaskach gliniastych (Pakiet III) określa się jako – **G3**;

Grupę nośności podłoża dla **przeciętnych** warunków wodnych przy występujących w podłożu:

- Nasypach budowlanych niespoistych (Warstwy IB1, IB2 i IC) określa się jako – **G1**;
- Rodzimych gruntach niespoistych: piaskach drobnych (Pakiet II) określa się jako – **G1**.

6. Ocena nośności istniejącej konstrukcji drogi

Badania ugięć sprężystych zostały przeprowadzone w dniu 25 listopada 2022 r. przez pracowników firmy Laboratorium Budowlane Sp. z o.o. z Zielonej Góry. Badania wykonano zgodnie z normą BN-70/8931-06 „Drogi samochodowe – Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym”, przyjmując krok pomiaru ugięć, co 50 m na pasie prawym i pasie lewym. Temperatura powietrza w dniu pomiaru wynosiła 7°C, natomiast temperatura warstwy asfaltowej nawierzchni wynosiła 5,0°C.

Tab. 3 Zestawienie wyników pomiaru ugięć sprężystych dla Pasa Prawego (Km 0+000 – Km 2+500)

Ilość wykonanych pomiarów	N	50
Skok (badanie wykonane naprzemiennie co X _m)	-	50
Średnie ugięcie sprężyste	U_{sr}	0,20
Odchylenie standardowe ugięć	S_U	0,12
Współczynnik zmienności	$v_U = S_U/U_{sr}$	0,56
Ugięcie sprężyste minimalne	U_{min}	0,02
Ugięcie sprężyste maksymalne	U_{max}	0,50
Ugięcie sprężyste miarodajne	$U_m = U_{sr} + 2S_U$	0,44
Współczynnik temperaturowy	$f_T = 1 + 0,02(20-T)$	1,3
Współczynnik sezonowości	f_S	1,25
Współczynnik podbudowy	f_P	1,00

Tab. 4 Zestawienie wyników pomiaru ugięć sprężystych dla Pasa Lewego (Km 0+000 – Km 2+500)

Ilość wykonanych pomiarów	N	50
Skok (badanie wykonane naprzemiennie co Xm)	-	50
Średnie ugięcie sprężyste	U_{sr}	0,23
Odchylenie standardowe ugięć	S_U	0,12
Współczynnik zmienności	$v_U = S_U/U_{sr}$	0,52
Ugięcie sprężyste minimalne	U_{min}	0,02
Ugięcie sprężyste maksymalne	U_{max}	0,56
Ugięcie sprężyste miarodajne	$U_m = U_{sr} + 2S_U$	0,48
Współczynnik temperaturowy	$f_T = 1 + 0,02(20-T)$	1,3
Współczynnik sezonowości	f_S	1,25
Współczynnik podbudowy	f_P	1,00

Tab. 5 Zestawienie wyników pomiaru ugięć sprężystych dla Pasa Prawego (Km 2+500 – Km 3+250)

Ilość wykonanych pomiarów	N	15
Skok (badanie wykonane naprzemiennie co Xm)	-	50
Średnie ugięcie sprężyste	U_{sr}	0,31
Odchylenie standardowe ugięć	S_U	0,22
Współczynnik zmienności	$v_U = S_U/U_{sr}$	0,73
Ugięcie sprężyste minimalne	U_{min}	0,02
Ugięcie sprężyste maksymalne	U_{max}	0,64
Ugięcie sprężyste miarodajne	$U_m = U_{sr} + 2S_U$	0,75
Współczynnik temperaturowy	$f_T = 1 + 0,02(20-T)$	1,3
Współczynnik sezonowości	f_S	1,25
Współczynnik podbudowy	f_P	1,00

Tab. 6 Zestawienie wyników pomiaru ugięć sprężystych dla Pasa Lewego (Km 2+500 – Km 3+250)

Ilość wykonanych pomiarów	N	15
Skok (badanie wykonane naprzemiennie co Xm)	-	50
Średnie ugięcie sprężyste	U_{sr}	0,32
Odchylenie standardowe ugięć	S_U	0,12
Współczynnik zmienności	$v_U = S_U/U_{sr}$	0,38
Ugięcie sprężyste minimalne	U_{min}	0,12
Ugięcie sprężyste maksymalne	U_{max}	0,54
Ugięcie sprężyste miarodajne	$U_m = U_{sr} + 2S_U$	0,57
Współczynnik temperaturowy	$f_T = 1 + 0,02(20-T)$	1,3
Współczynnik sezonowości	f_S	1,25
Współczynnik podbudowy	f_P	1,00

Tab. 7 Zestawienie wyników pomiaru ugięć sprężystych dla Pasa Prawego (Km 5+150 – Km 6+500)

Ilość wykonanych pomiarów	N	26
Skok (badanie wykonane naprzemiennie co Xm)	-	50
Średnie ugięcie sprężyste	U_{sr}	0,26
Odchylenie standardowe ugięć	S_U	0,13
Współczynnik zmienności	$v_U = S_U/U_{sr}$	0,51
Ugięcie sprężyste minimalne	U_{min}	0,02
Ugięcie sprężyste maksymalne	U_{max}	0,50
Ugięcie sprężyste miarodajne	$U_m = U_{sr} + 2S_U$	0,53
Współczynnik temperaturowy	$f_T = 1 + 0,02(20-T)$	1,3
Współczynnik sezonowości	f_s	1,25
Współczynnik podbudowy	f_p	1,00

Tab. 8 Zestawienie wyników pomiaru ugięć sprężystych dla Pasa Lewego (Km 5+150 – Km 6+500)

Ilość wykonanych pomiarów	N	26
Skok (badanie wykonane naprzemiennie co Xm)	-	50
Średnie ugięcie sprężyste	U_{sr}	0,19
Odchylenie standardowe ugięć	S_U	0,15
Współczynnik zmienności	$v_U = S_U/U_{sr}$	0,82
Ugięcie sprężyste minimalne	U_{min}	0,02
Ugięcie sprężyste maksymalne	U_{max}	0,56
Ugięcie sprężyste miarodajne	$U_m = U_{sr} + 2S_U$	0,50
Współczynnik temperaturowy	$f_T = 1 + 0,02(20-T)$	1,3
Współczynnik sezonowości	f_s	1,25
Współczynnik podbudowy	f_p	1,00

Po rozpoznaniu konstrukcji jezdni przyjęto współczynnik podbudowy f_p dla podbudowy z kruszywa lub gruntu stabilizowanego cementem ($f_p=1,0$). Ocenę nośności istniejącej konstrukcji nawierzchni przeprowadzono w oparciu o wymagania Katalogu Wzmocnień i Remontów Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych. W tabelicy nr 7 podane są graniczne wartości ugięć miarodajnych (dopuszczalnych) mierzone belką Benkelmana pod obciążeniem 100 kN/oś (50 kN/ koło pojedyncze).

Tab. 9 Wartości ugięć dopuszczalnych dla poszczególnych kategorii ruchu zgodnie z katalogiem

Kategoria ruchu	Ugięcie miarodajne (dopuszczalne) [mm]
KR1	1,2
KR2	1,1
KR3	0,8
KR4	0,5

Odcinek nr 1 (Km 0+000 – Km 2+500)

Pomierzone ugięcia miarodajne w wielkościach 0,44 mm i 0,48 mm nie przekraczają wartości granicznej – 0,5 mm. Na podstawie uzyskanych wyników badany odcinek drogi charakteryzuje się kategorią ruchu **KR4**.

Odcinek nr 1 (Km 2+500 – Km 3+250)

Pomierzone ugięcia miarodajne w wielkościach 0,57 mm i 0,75 mm nie przekraczają wartości granicznej – 0,8 mm. Na podstawie uzyskanych wyników badany odcinek drogi charakteryzuje się kategorią ruchu **KR3**.

Odcinek nr 3 (Km 5+150 – Km 6+500)

Pomierzone ugięcia miarodajne w wielkościach 0,53 mm i 0,50 mm nie przekraczają wartości granicznych – 0,8 mm i 0,5 mm. Na podstawie uzyskanych wyników badany odcinek drogi charakteryzuje się kategorią ruchu **KR3 i KR4**.

Ugięcie obliczeniowe można policzyć po przyjęciu współczynników f_s i f_p oraz podziale odcinka na „odcinki jednorodne”.

$$U_{obl} = U_m f_T f_s f_p$$

Tab. 10 Wartości ugięć obliczeniowych U_{obl} przyjęte dla Km 0+000 – Km 2+500

Odcinek drogi	Ugięcie obliczeniowe [mm]
Pas Prawy	0,715
Pas Lewy	0,780

Tab. 11 Wartości ugięć obliczeniowych U_{obl} przyjęte dla Km 2+500 – Km 3+250

Odcinek drogi	Ugięcie obliczeniowe [mm]
Pas Prawy	1,219
Pas Lewy	0,926

Tab. 12 Wartości ugięć obliczeniowych U_{obl} przyjęte dla Km 5+150 – Km 6+500

Odcinek drogi	Ugięcie obliczeniowe [mm]
Pas Prawy	0,861
Pas Lewy	0,813

Wg interpretacji graficznej (załącznik nr 8 Opinii) z przedstawionego zestawienia wyników pomiaru ugięć sprężystych oraz wizji lokalnej wynika, że:

- na całym analizowanym odcinku występują deformacje strukturalne nawierzchni;
- zmienność ugięć na pasie lewym i prawym na całym badanym odcinku nie pozwala jednoznacznie na wskazanie odcinków o gorszych lub lepszych parametrach;
- występowanie łat, kolein i spękań na nawierzchni asfaltowej nie ma znaczącego wpływu na wartości ugięć;
- zmienność rozpoznanych warstw nawierzchni i podbudowy ma wpływ na wartości ugięć;
- poszerzenie drogi w obrębie lewego pasa wykonane później charakteryzuje się niższymi wartościami ugięć;
- Na podstawie badań ugięć sprężystych wydzielono 3 odcinki o gorszych parametrach:
 - Km 2+750 – Km 3+075 (rejon rowu melioracyjnego / bezmiennego cieku z wyremontowanym przepustem),
 - Km 5+775 – Km 6+000; (rejon rowu melioracyjnego z przepustem),
 - Km 6+300 – Km 6+400.

7. Wnioski

1. W niniejszej Opinii wyniki badań przedstawiają rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych oraz parametrów geotechnicznych przeprowadzone zgodnie z zakresem ustalonym ze Zleceniodawcą (ilość i głębokość otworów).
2. Teren badań charakteryzuje się prostymi warunkami gruntowymi.
3. Planowaną inwestycję w prostych warunkach gruntowych zaklasyfikowano do pierwszej kategorii geotechnicznej zgodnie z Rozporządzeniem MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r.
4. Ostateczną decyzję na temat zakwalifikowania inwestycji do kategorii geotechnicznej podejmie projektant konstrukcji.
5. Teren badań jest zmieniony antropogenicznie.
6. Podczas badań geologicznych stwierdzono warstwę nasypów niekontrolowanych oraz gleby. Grunty Warstw IA i ID należy traktować jako słabonośne, które nie nadają się jako grunty budowlane i wymagane jest ich całkowite usunięcie.
7. Grunty nasypowe Warstwy IB1 nie spełniają wymagań pod posadowienie drogi. Jeżeli posadowienie konstrukcji będzie obejmowało daną warstwę należy dogęścić grunty uzyskując wskaźnik zagęszczenia $I_s \geq 0,97$, bądź zaprojektować wzmocnienie podłoża.
8. Grunty rodzime niespoiste Warstw IIA1 i IIB1 nie spełniają wymagań pod posadowienie drogi. Jeżeli posadowienie konstrukcji będzie obejmowało dane warstwy należy dogęścić grunty uzyskując wskaźnik zagęszczenia $I_s \geq 0,97$, bądź zaprojektować wzmocnienie podłoża.

9. W obrębie projektowanej przebudowy drogi nawiercono grunty spoiste plastyczne ($I_L = 0,35 - 0,46$), Warstwa IIIA. Jeżeli poziom posadowienia konstrukcji drogi będzie obejmował daną warstwę należy wzmocnić podłoże, bądź wykonać wymianę gruntu.
10. Przy wykorzystaniu warstwy nasypów budowlanych (Warstwa IC) zaleca się wykonać dodatkowe badania nośności podłoża.
11. Grunty Pakietu III (gliny piaszczyste, gliny pylaste, piaski gliniaste) są wrażliwe na zmiany wilgotności (łatwo uplastyczniają się pod wpływem wody). W czasie wykonywania prac ziemnych zaleca się zabezpieczenie powierzchniowe przed działaniem wód opadowych oraz niedopuszczenie do stagnacji wody, a także zabezpieczenie gruntów przed przemarzaniem (grunty wysadzinowe). Grunty spoiste wykazują zjawisko tiksotropii dlatego należy je chronić przed nadmiernymi wibracjami (wywoływanymi przez pracujący sprzęt budowlany), które mogą powodować ich uplastycznienie oraz pogorszenie parametrów geotechnicznych. Grunty uplastycznione w wyniku działalności wody, mrozu lub prac budowlanych należy usunąć i zastąpić chudym betonem, stabilizacją lub nasypem piaszczystym (wskaźnik różnoziarnistości $C_u \geq 5$) uzyskując odpowiedni wskaźnik zagęszczenia ($I_s \geq 0,97$).
12. Wszystkie grunty spoiste zaliczane są do gruntów wysadzinowych. Grunty te posiadają małą i słabą mrozoodporność oraz średnią i dużą zdolność do pęcznienia i skurczu.
13. Głębokość przemarzania gruntu na analizowanym terenie wynosi $H_z = 0,8$ m p.p.t.
14. Ze względu na skład nasypów budowlanych (Warstwy IB1, IB2 i IC), składających się z gruntów niespoistych można je wykorzystać przy budowie nasypów zarówno na górne jak i dolne warstwy.
15. Dla dobrych / przeciętnych warunków wodnych, przy występujących w podłożu gruntach niewysadzinowych zaleca się przyjąć **grupę nośności podłoża G1**. W obrębie otworów nr 5, 7 i 9 dla dobrych warunków wodnych przy występujących w podłożu gruntach bardzo wysadzinowych zaleca się przyjąć **grupę nośności podłoża G3**.
16. Na odcinku w Km 0+000 – Km 2+500 pomierzone ugięcia miarodajne w wielkościach 0,44 mm i 0,48 mm nie przekraczają wartości granicznej – 0,50 mm (badany odcinek drogi charakteryzuje się kategorią ruchu **KR4**). Pomierzone ugięcia miarodajne w wielkościach 0,50 mm, 0,53 mm, 0,57 mm i 0,75 mm nie przekraczają wartości granicznej – 0,80 mm. Na podstawie uzyskanych wyników pozostałe odcinki drogi charakteryzuje się kategorią ruchu **KR3**.
17. W listopadzie 2022 r. podczas wykonywania prac terenowych, w 14 otworach stwierdzono występowanie wód podziemnych w postaci swobodnego zwierciadła oraz sączenia w gruntach spoistych. Badania wykonano podczas średnich stanów wód podziemnych.

18. Rozpoznanie budowy podłoża ma charakter punktowy. Dokładne określenie rodzaju i stanu gruntu oraz przelotu warstw dotyczy wyłącznie poszczególnych punktów badawczych.
19. Dokładność określenia przelotu poszczególnych warstw geotechnicznych dla wierceń wynosi ok. $\pm 0,1$ m, co wynika z techniki wykonywanych badań oraz dokładności urządzeń pomiarowych.
20. W przypadku stwierdzenia w czasie wykonywania robót ziemnych niezgodności z wynikami badań geotechnicznych przedstawionymi w niniejszej Opinii należy skontaktować się z jej autorem.