

GEOSTANDARD Sp. z o.o.

Siedziba: ul. Gwiazdzista 62 lok. 12/2, 53-413 Wrocław
Biuro i Laboratorium: Wilczyce, ul. Wrocławska 1F, 51-311 Wrocław

NIP: 899-27-93-952 REGON: 364928094 KRS: 0000627549
Sąd Rejonowy dla Wrocławia-Fabrycznej we Wrocławiu, VI Wydział Gospodarczy Krajowego Rejestru Sądowego

Sekretariat
Tel: +48 665 680 850

Projekt geotechniczny

**dla ustalenia geotechnicznych warunków posadawiania ścieżki pieszo-rowerowej na terenie
osiedla Blachownia w Kędzierzynie Koźlu w ramach zadania:**

**„Dokumentacja projektowo - kosztorysowa budowy ścieżki pieszo - rowerowej os. Blachownia w
Kędzierzynie-Koźlu - II POSTĘPOWANIE”**

Lokalizacja:

Lokalizacja:	Kędzierzyn-Koźle
Gmina:	Kędzierzyn-Koźle
Powiat:	kędzierzyńsko-kozielski
Województwo:	opolskie

SPIS TREŚCI

1.	WSTĘP	3
1.1.	Przedmiot i cel opracowania	3
1.2.	Wykorzystane materiały	3
2.	CHARAKTERYSTYKA PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI	3
3.	PROGNOZA ZMIAN WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO W CZASIE	8
4.	OKREŚLENIE OBLICZENIOWYCH PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH	10
5.	OKREŚLENIE CZĘŚCIOWYCH WSPÓŁCZYNNIKÓW BEZPIECZEŃSTWA DO OBLICZEŃ GEOTECHNICZNYCH	11
6.	OKREŚLENIE ODDZIAŁYWAŃ OD GRUNTU	12
7.	PRZYJĘCIE MODELU OBLICZENIOWEGO PODŁOŻA GRUNTOWEGO	12
8.	OBLICZENIA OSIADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO	13
9.	ZŁOŻONOŚĆ BUDOWY GEOLOGICZNEJ I KATEGORIA GEOTECHNICZNA OBIEKTU	13
10.	USTALENIE DANYCH NIEZBĘDNYCH DO ZAPROJEKTOWANIA POSADOWIENIA	14
11.	SPECYFIKACJA BADAŃ NIEZBĘDNYCH DO ZAPEWNIENIA WYMAGANEJ JAKOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH I SPECJALISTYCZNYCH ROBÓT GEOTECHNICZNYCH	14
12.	OKREŚLENIE SZKODLIWOŚCI ODDZIAŁYWAŃ WÓD GRUNTOWYCH NA OBIEKT BUDOWLANY I SPOSOBÓW PRZECIWDZIAŁANIA TYM ZAGROŻENIOM	15
13.	OKREŚLENIE ZAKRESU NIEZBĘDNEGO MONITOROWANIA WYBUDOWANEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO, OBIEKTÓW SĄSIADUJĄCYCH I OTACZAJĄCEGO GRUNTU, NIEZBĘDNEGO DO ROZPOZNANIA ZAGROŻEŃ MOGĄCYCH WYSTĄPIĆ W TRAKCIE ROBÓT BUDOWLANYCH LUB W ICH WYNIKU ORAZ W CZASIE UŻYTKOWANIA OBIEKTU BUDOWLANEGO	15

Spis załączników

Załącznik nr 1. Zestawienie właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów

1. Wstęp

1.1. Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem opracowania jest *Projekt geotechniczny*, sporządzony w celu ustalenia geotechnicznych warunków posadawiania dla projektu budowy ścieżki pieszo-rowerowej na terenie osiedla Blachownia w Kędzierzynie Koźlu.

Opracowanie *Projektu geotechnicznego* oraz uwzględnione w nim prace i badania wykonane zostały w ramach zadania pn.: „Dokumentacja projektowo - kosztorysowa budowy ścieżki pieszo - rowerowej os. Blachownia w Kędzierzynie-Koźlu - II POSTĘPOWANIE”

Niniejszy *Projekt geotechniczny* został wykonany przez firmę GEOSTANDARD Sp. z o.o. z siedzibą we Wrocławiu przy ulicy Gwiaździstej 62 lok. 12/2, na podstawie umowy zawartej z firmą RDK PROJEKT sp z o.o. z siedzibą we Wrocławiu ul. Gem. T. Kutrzeby 62. Inwestorem przedsięwzięcia jest Gmina Kędzierzyn Koźle z siedzibą w Kędzierzynie Koźlu ul. Grzegorza Piramowicza 32

Prawny wymóg sporządzenia *Projektu geotechnicznego* wynika z Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz. 463).

Niniejszy *Projekt...* został sporządzony na etapie badań szczegółowych do Dokumentacji Projektowej i Projektu Budowlanego.

1.2. Wykorzystane materiały

Do sporządzenia niniejszego opracowania wykorzystano następujące materiały:

- [1]. „Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego dla potrzeb budowy ścieżki pieszo-rowerowej na osiedlu Blachownia w Kędzierzynie Koźlu , maj 2021 r.;
- [2]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 r. poz. 463);
- [3]. PN-81/B-03020:1981. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie;
- [4]. PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne, Załącznik Krajowy NA;
- [5]. PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego;
- [6]. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, Politechnika Gdańska Katedra Inżynierii Drogowej, Gdańsk, 2012;
- [7]. Wiłun Z. „Zarys geotechniki” – Wydawnictwo Komunikacji i łączności. Wydanie 6. Warszawa 2003 r.;

2. Charakterystyka projektowanej inwestycji

Celem inwestycji jest budowa ścieżki pieszo-rowerowej, ścieżki rowerowej, ciągu pieszo-jezdnego, chodników, drogi leśnej, kładki nad kanałem Gliwickim, oświetlenia oraz zabezpieczenie sieci teletechnicznej na osiedlu Blachownia w Kędzierzynie-Koźlu.

Zakres budowy obejmuje poniższe działki: obręb Blachownia, działki nr:

588/304, 216/1, 588/330, 588/334, 271/11, 588/335, 588/323, 271/12,

209/1, 588/145, 223/2, 271/6, 588/152, 588/105, 576, 528, 523, 574/1, 564, 602/156, 569, 588/327, 467, 589/1, 588/136, 588/135, 588/133, 588/132, 588/131, 588/190, 588/311, 701/20, 201/4, 202, 203, 204/4, 207, 211, 217, 218, 220/6, 588/325, 602/41;

Lokalizację inwestycji na planie miasta Mielec pokazano na rysunku poniżej.



Projekt w swoim zakresie obejmuje budowę ścieżki pieszo-rowerowej od ulicy Tuwima w kierunku ulicy Szkolnej wzdłuż ogródków działkowych. Następnie na działce 216/1 przechodząc przez teren lasów przebiegać będzie droga leśna. Następnie przechodząc przez ulicę Szkolną projektuje się ścieżkę pieszo-rowerową, chodniki oraz ścieżkę rowerową. Na ulicy Pod Dębami rozpocznie się ciąg pieszo-jezdny do końca działki drogowej numer 701/20, gdzie rozpocznie droga leśna przechodząca przez teren Lasów Państwowych. Na kolejnym odcinku wzdłuż Kanału Gliwickiego przebiegać będzie ścieżka pieszo-rowerowa z przeprawą przez Kanał Gliwicki poprzez projektowaną kładkę pieszo-rowerową i dalej dowiązanie się do stanu istniejącego.

Przedmiotem opracowania jest budowa ścieżki pieszo-rowerowej, ścieżki rowerowej, ciągu pieszo-jezdnego, chodników, drogi leśnej, kładki nad kanałem Gliwickim, oświetlenia oraz zabezpieczenie sieci teletechnicznej na osiedlu Blachownia w Kędzierzynie-Koźlu. Projektowana inwestycja będzie służyć głównie dla lokalnych mieszkańców, ale będzie również atrakcyjnym elementem dla turystów. Przedsięwzięcie przyczyni się do wzrostu bezpieczeństwa i atrakcyjności, co w konsekwencji przyczyni się do rozwoju gospodarki turystycznej i podniesie poziom dochodów z turystyki.

Zakres prac projektowych obejmuje:

- Ścieżka pieszo-rowerowa;
- Ścieżka rowerowa;
- Chodniki;
- Ciąg pieszo-jezdny;
- Kładka pieszo-rowerowa nad Kanałem Gliwickim;
- Droga leśna;
- Oświetlenie ścieżki pieszo-rowerowej na całej długości łącznie z kładką;
- Zabezpieczenie sieci teletechnicznej;

Przyjęto następujące parametry dla ścieżki pieszo – rowerowej, dróg leśnych, :

- Szerokość ścieżki pieszo-rowerowej: 3,00 m
(lokalne zawężenie do szerokości 2,70m)
(szerokość nie uwzględnia szerokości obrzeża)

- Szerokość ciągu pieszo-jezdnego: 5,00 m
(szerokość nie uwzględnia szerokości krawężnika)
- Szerokość drogi leśnej: 3,00 m
(lokalne zawężenie do szerokości 2,50m)
(szerokość nie uwzględnia szerokości obrzeża)
- Szerokość dwukierunkowej ścieżki rowerowej: min. 2,00m
(szerokość nie uwzględnia szerokości obrzeża)
- Szerokość chodnika: min. 2,00m
(szerokość nie uwzględnia szerokości krawężnik i obrzeża)
- Szerokość peronu autobusowego: 1,50m
(szerokość nie uwzględnia szerokości krawężnik i obrzeża)
- Przekrój jednostronny 1-3%
- Kilometraż:

Oś numer 1: km 0+000.00 – 0+686.42

Oś numer 2: km 0+000.00 – 1+483.62

Oś numer 3: km 0+000.00 – 0+271.34

Projektowana szerokość jezdni jest zgodna z §15 RMTiGM z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.

Konstrukcje nawierzchni przedstawiają się następująco:

Warstwy konstrukcyjne nawierzchni bitumicznej ciągu pieszo-jezdnego – KR1, nośność podłoża istniejącego G4:

- Warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej AC11S – gr. 4 cm
- Warstwa wiążąca z betonu asfaltowego AC16W – gr. 5 cm
- Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej z kruszywa C90/3 stabilizowana mechanicznie – gr. 20 cm
- Warstwa mrozochronna z mieszanki związanej cementem $C1,5/2 \leq 4,0$ MPa – gr. 30 cm

Warstwy konstrukcyjne nawierzchni drogi leśnej z warstwą mrozochronną – KR1, nośność podłoża istniejącego G4:

- Warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej AC11S – gr. 4 cm
- Warstwa wiążąca z betonu asfaltowego AC16W – gr. 5 cm
- Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej z kruszywa C90/3 stabilizowana mechanicznie – gr. 20 cm
- Warstwa mrozochronna z mieszanki związanej cementem $C1,5/2 \leq 4,0$ MPa – gr. 30 cm

Warstwy konstrukcyjne nawierzchni drogi leśnej z warstwą ulepszanego podłoża – KR1, nośność podłoża istniejącego G1:

- Warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej AC11S – gr. 4 cm
- Warstwa wiążąca z betonu asfaltowego AC16W – gr. 5 cm
- Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej z kruszywa C90/3 stabilizowana mechanicznie – gr. 20 cm
- Warstwa ulepszanego podłoża - grunt stabilizowany cementem $C0,4/0,5 \leq 2,0$ MPa – gr. 10 cm

Warstwy konstrukcyjne nawierzchni ścieżki pieszo-rowerowej - nośność podłoża istniejącego G1:

- Warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej AC8S – gr. 5 cm
- Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej z kruszywa C90/3 stabilizowana mechanicznie – gr. 15 cm
- Warstwa ulepszanego podłoża - grunt stabilizowany cementem $C0,4/0,5 \leq 2,0$ MPa – gr. 10 cm

Warstwy konstrukcyjne nawierzchni ścieżki rowerowej – nośność podłoża istniejącego G1:

- Warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej AC8S – gr. 5 cm
- Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej z kruszywa C90/3 stabilizowana mechanicznie – gr. 15 cm

- Warstwa ulepszanego podłoża - grunt stabilizowany cementem $C0,4/0,5 \leq 2,0$ MPa – gr. 10 cm

Warstwy konstrukcyjne nawierzchni chodników – nośność podłoża istniejącego G1:

- Kostka betonowa – gr. 8 cm
- Podsypka cementowo-piaskowa 1:3 – gr. 3 cm
- Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej z kruszywa C90/3 stabilizowana mechanicznie – gr. 15 cm
- Warstwa ulepszanego podłoża - grunt stabilizowany cementem $C0,4/0,5 \leq 2,0$ MPa – gr. 10 cm

Warstwy konstrukcyjne nawierzchni ścieżki pieszo-rowerowej z możliwością dojazdu do nieruchomości, Wjazdu L1 i L2 – nośność podłoża istniejącego G1:

- Warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej AC11S – gr. 4 cm
- Warstwa wiążąca z betonu asfaltowego AC16W – gr. 5 cm
- Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej z kruszywa C90/3 stabilizowana mechanicznie – gr. 20 cm
- Warstwa ulepszanego podłoża - grunt stabilizowany cementem $C0,4/0,5 \leq 2,0$ MPa – gr. 10 cm

Warstwy konstrukcyjne nawierzchni wjazdu L3, dojazd do garażu – nośność podłoża istniejącego G1:

- Kostka betonowa – gr. 8 cm
- Podsypka cementowo-piaskowa 1:3 – gr. 3 cm
- Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej z kruszywa C90/3 stabilizowana mechanicznie – gr. 20 cm
- Warstwa ulepszanego podłoża - grunt stabilizowany cementem $C0,4/0,5 \leq 2,0$ MPa – gr. 10 cm

Warstwy konstrukcyjne nawierzchni z kruszywa:

- Warstwa z mieszanki niezwiązanej z kruszywa C90/3 stabilizowana mechanicznie – gr. 20 cm
- Warstwa mrozochronna z mieszanki związanej cementem $C1,5/2 \leq 4,0$ MPa – gr. 20 cm

Warstwy konstrukcyjne nawierzchni zabruku:

- Kostka betonowa – gr. 8 cm
- Podsypka cementowo-piaskowa 1:3 – gr. 3 cm
- Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej z kruszywa C90/3 stabilizowana mechanicznie – gr. 15 cm

Remont nawierzchni na działce nr 271/12:

Frezowanie istniejącej nawierzchni bitumicznej na głębokość 9 cm, a następnie wykonanie warstw:

- Warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej AC11S – gr. 4 cm
- Warstwa wiążąca z betonu asfaltowego AC16W – gr. 5 cm

Projektowana nawierzchnia posiada spadek jednostronny o pochyleniu zgodnym z warunkami technicznymi. Profil podłużny projektowanych elementów zaprojektowano przy założeniu wpasowania w istniejącą niweletę z możliwie jak najlepszym dopasowaniem do istniejącego terenu i istniejącego zagospodarowania na przylegających działkach. Na terenie działki numer 588/327 oraz na fragmencie działki 216/1, w celu uniknięcia zalewania projektowanej nawierzchni, nawierzchnia została wyniesiona ponad teren istniejący.

Zachowano parametry pochyłeń podłużnych zgodne z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dn. 2 marca 1999r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U.2016.124 j.t.).

Odwodnienie: zgodnie z opracowanym rozwiązaniem sytuacyjno-wysokościowym, wodę opadową z nawierzchni odprowadza się poprzez odpowiednie spadki podłużne i poprzeczne, umożliwiając samoczynny spływ wód opadowych w przyległy teren zielony.

W osi 2 km 0+719.75 oraz km 0+923.42, zaprojektowano poprzecznie do nawierzchni odwodnienie liniowe z kratką na wysokości warstwy ścieralnej w celu przeprowadzenia wody z jednej strony drogi na drugą. Wlot i wylot odwodnienia liniowego należy zabrukować, aby uniknąć zamulenia.

W osi 2 od km 0+889.50 do km 0+914.00, od km 0+932.60 do km 0+998.10 zaprojektowano prefabrykowane korytko ściekowe na podsypce cementowo piaskowej i ławie betonowej o szerokości 0.60 m wykonany zgodnie z KPED 01.04, w celu uniknięcia zalewania nawierzchni.

W osi 3 km 0+099.00 oraz km 0+246.21 zaprojektowano prefabrykowane korytko skarpowe na podsypce cementowo piaskowej i ławie betonowej wykonany zgodnie z KPED 01.19, w celu odprowadzenia wody z powierzchni ścieżki pieszo-rowerowej na odcinku od kładki do ścieku skarpowego.

Projektowany obiekt kładki nad kanałem Gliwickim jest jednoprzęsłową konstrukcją łukową stalową z zespoloną, żelbetową płytą pomostową. Konstrukcję nośną stanowi stalowy łuk o przekroju skrzynkowym. Do łuku za pośrednictwem cięgien prętowych podwieszony jest pomost stalowy w postaci rusztu z zespoloną, żelbetową płytą pomostową. Pomost w konstrukcji spełnia rolę ściągów łuków. Niweleta kładki przebiega w łuku pionowym wynikającym z formy architektonicznej kładki i skrajni żeglownej. Pomost oparto na podporach za pomocą łożysk. Podpory zaprojektowano jako przyczółki w postaci ścian żelbetowych. Przyczółki wykonane jako monolityczne (ściany), usytuowano po dwóch stronach Kanału Gliwickiego. Przekrój poprzeczny pomostu kładki został dostosowany do potrzeb ruchu pieszo – rowerowego i stanowi przedłużenie projektowanej ścieżki.

Podstawowe parametry:

- szerokość użytkowa kładki 3,00m
- szerokość całkowita kładki 3,48m
- rozpiętość teoretyczna kładki 51,00m
- długość całkowita kładki (wraz ze skrzydłami) 60,35m

Przeszkodę dla kładki stanowi Kanał Gliwicki, droga wodna łącząca Odrę z Gliwicami w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym. Kanał Gliwicki należy do kategorii kanałów żeglugowych dojazdowych, będących rodzajem kanałów łączących. Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z 2002 r. ws. klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych, kanał ma III klasę żeglowną (o znaczeniu regionalnym) na całej długości.

Zgodnie z uzgodnieniem NZKK.6003.16.2020.ZŚ planowana jest w przyszłości zmiana klasy drogi wodnej do IV o znaczeniu międzynarodowym

Charakterystyki ogólne drogi wodne

Statki z napędem

- długość maksymalna 80-85m
- szerokość maksymalna 9,5m
- zanurzenie maksymalne 2,5m

Zestawy pchające

- długość 85m
- szerokość 9,5m
- zanurzenie 2,5-2,8m

Światło

- minimalny prześwit pod mostami ponad WWŻ5,25m

Obiekt zaprojektowany został na ruch pieszych (5,0 kN/m²) – wg „PN-EN1991-2 Eurocod 1: Oddziaływania na konstrukcję. Część 2: Obciążenia ruchome mostów”

Do zbrojenia konstrukcji przyjęto pręty zbrojeniowe ze stali B500SP odpowiadającej, zgodnie z Aprobata Techniczną IBDiM, stali klasy AIIIIN.

Do wykonania konstrukcji stalowej kładki łukowej zastosowano stal konstrukcyjną S355J2H wg PN-EN-10025-2.

Cięgna prętowe z głowicami widełkowymi wykonane ze stali o wysokiej wytrzymałości w gatunku S 460, zabezpieczone antykorozyjnie przez cynkowanie ogniowe przez producenta.

Posadowienie kładki zaprojektowano na wierconych palach o średnicy \varnothing 100cm i długości L min. = 10,0m. Pale zostaną wykonane w jednym rzędzie dla poszczególnych podpór.

Przyczółki w formie pionowych ścian zaprojektowano jako żelbetowe, monolityczne, o grubości korpusu 125cm.

Projektowany obiekt jest jednoprzęsłową kładką łukową stalową z zespoloną, żelbetową płytą pomostową. Konstrukcje nośna stanowi łuk blachownicowy, stalowy. Do łuku za pośrednictwem cięgien prętowych podwieszony jest pomost w postaci rusztu stalowego z zespoloną, żelbetową płytą pomostową. Pomost w konstrukcji spełnia rolę ściągu łuków. Ruszt stalowy składa się z podłużnic w rozstawie 2,5m. Podłużnice połączono z poprzecznkami w rozstawie co 2,55m, które za pośrednictwem wieszaków w postaci cięgien prętowych podczepiono do łuków stalowych. Płaszczyznę łuków pochyłono ku sobie, i stężono między sobą stężeniami rurowymi.

3. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie

Na podstawie opracowanej Opinii wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego oraz w oparciu o analizę map geologicznych omawiany obszar badań mieści się w granicach arkusza Gliwice mapy Geologicznej Polski w skali 1: 200 000 teren badań należy do makroregionu Niziny Śląskiej i położony jest na obszarze Kotliny Raciborskiej. W budowie geologicznej biorą udział sfałdowane utwory karbonu dolnego, na których zlegają węglanowe osady triasu, utwory trzeciorzędowe i czwartorzędowe. Osady czwartorzędowe to przede wszystkim plejstocenijskie piaski rzeczne tarasów nadzalewowych oraz holocenijskie piaski rzeczne tarasów zalewowych.

Podłoże naturalne w rejonie projektowanej inwestycji rozpoznano 17 otworami badawczymi wykonanymi do głębokości max 13,5 m p.p.t.

Budowa geologiczna podłoża na obszarze projektowanej inwestycji jest dość jednorodna.

Przeprowadzone badania geologiczne wykazały poniżej istniejącej zmiennej miąższości warstwy gleby, nasypu oraz poniżej istniejącej nawierzchni, występowanie w podłożu czwartorzędowych osadów w postaci gruntów niespoistych: pospółki, piaski grube, piaski średnie, piaski drobne w stanach średnio zagęszczonych i zagęszczonych, punktowo piaski średnie występowały w stanie luźnym.

W ramach aktualnego rozpoznania warunków wodnych zwierciadło wód podziemnych zostało nawiercone w trzech otworach geotechnicznych O-3, O-5, O-6, O-13, O-15, O-16 i O-17 na głębokości od 1,1 do 2,5 m, zwierciadło miało charakter swobodny.

W okresie intensywnych opadów i roztopów nie wyklucza się podwyższonego poziomu wody gruntowej jak również poziom wody gruntowych uzależniony jest od poziomu wody w kanale Gliwickim.

Grunty niespoiste występujące na badanym terenie charakteryzują się przepuszczalnością dobrą i średnią.

Charakterystykę warunków gruntowo-wodnych na terenie objętym badaniami wykonano do głębokości przeprowadzonego rozpoznania na podstawie: analizy makroskopowej gruntów, oraz wytycznych normy PN-81/B-03020 – Grunty budowlane – Posadowienie bezpośrednie budowli.

Wartości parametrów geotechnicznych określono korelacyjną metodą B. Jako cechę wiodącą przyjmowano zagęszczenie gruntów niespoistych (stopień zagęszczenia – ID) dla spoistych konsystencję (stopień plastyczności IL) i na ich podstawie ustalano wartości pozostałych parametrów fizyko – mechanicznych dla każdej z poszczególnych warstw geotechnicznych wg normy PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli”.

Pod względem litologicznym wydzielono:

- grunty rodzime mineralne niespoiste,
- grunty nasypowe.

W podłożu wydzielono 10 warstw geotechnicznych, biorąc pod uwagę rodzaj gruntu, jego genezę, wiek oraz stan.

Szczegółowy opis wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich przedstawiono poniżej.

- grunty niespoiste - warstwa Ia, Ib, IIa, IIb, IIc, IIIa, IIIb,
- grunty nasypowe – warstwa NIIIa, NIIb, NC2.

Grunty rodzime niespoiste

Warstwa geotechniczna Ia – reprezentowana przez pospółki w stanie zagęszczonym $I_d=0,70$.

Warstwa geotechniczna Ib – reprezentowana przez pospółki w stanie średnio zagęszczonym $I_d=0,60$.

Warstwa geotechniczna IIa – reprezentowana przez piaski średnie i piaski grube w stanie zagęszczonym $I_d=0,71$.

Warstwa geotechniczna IIb – reprezentowana przez piaski średnie i piaski grube w stanie średnio zagęszczonym $I_d=0,59$.

Warstwa geotechniczna IIc – reprezentowana przez piaski średnie w stanie luźnym $I_d=0,33$.

Warstwa geotechniczna IIIa – reprezentowana przez piaski drobne w stanie zagęszczonym $I_d=0,70$.

Warstwa geotechniczna IIIb – reprezentowana przez piaski drobne w stanie średnio zagęszczonym $I_d=0,57$.

Grunty nasypowe

Warstwa geotechniczna NIIIa – reprezentowana przez piaski drobne w stanie zagęszczonym $I_d=0,82$.

Warstwa geotechniczna NIIb – reprezentowana przez piaski średnie w stanie średnio zagęszczonym $I_d=0,58$.

Warstwa geotechniczna NC2 – reprezentowana przez piaski gliniaste w stanie twardoplastycznym $IL=0,2$

Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych należy przyjąć stosując współczynnik materiałowy 0,9 właściwy dla metody B wg wzoru $x(r) = \gamma_m \cdot x(n)$, w którym:

γ_m - współczynnik materiałowy (0,9)

$x(n)$ – wartość charakterystyczna parametru

Rodzime podłoże terenu badań charakteryzuje się dość jednorodnymi warunkami gruntowymi. Generalnie w podłożu naturalnym występują nośne grunty niespoiste.

Podłoże jest nośne, grunty niespoiste występują w stanach zagęszczonych i średnio zagęszczonych, punktowo w stanie luźnym.

Ze względu na wysadzinowość gruntów w podłożu badanego terenu wyróżnić można następujące główne/dominujące rodzaje gruntów:

- grunty niewysadzinowe: piaski średnie;
- grunty wątpliwe nasypowe: piaski drobne na granicy piasków gliniastych.

Warunki wodne uznano za:

- dobre, gdy zwierciadło wód gruntowych występowało 2.00 m poniżej tego poziomu,
- przeciętne, gdy zwierciadło wód gruntowych występowało 1,00 - 2.00 m poniżej poziomu,
- złe, gdy zwierciadło wód gruntowych występowało do 1.00 m poniżej tego poziomu.

Warunki wodne na trasie inwestycji określono jako dobre i przeciętne.

Na podstawie wysadzinowości gruntów oraz przyjętych warunków wodnych scharakteryzowano nośność podłoża i zakwalifikowano ją do odpowiedniej grupy nośności G_i . Grupy nośności przyjęto punktowo, przy każdym otworze badawczym do głębokości pierwszej warstwy poniżej istniejących warstw konstrukcyjnych nawierzchni lub gleby. Dla gruntów występujących na trasie projektowanej drogi wyznaczono grupy nośności podłoża głównie G_1 , lokalnie G_2 i G_4 .

Na podstawie powyższych informacji oraz dokumentacji badań podłoża gruntowego [1] można stwierdzić, że:

- Ośrodek gruntowy pod wpływem przyłożonego obciążenia zewnętrznego zawsze ulega odkształceniu. W zależności jednak od wielkości obciążenia, obszaru występowania obciążenia oraz rodzaju gruntów budujących podłoże gruntowe wartość odkształcenia jest zmienna.
- W gruntach niespoistych, spoistych pod wpływem obciążenia zewnętrznego dochodzi do rozproszenia nadwyżki ciśnienia wody w porach na wskutek czego powstaje odkształcenie (konsolidacja). Ściśliwość ta w głównej mierze zależy od właściwości filtracyjnych podłoża i można ją podzielić na natychmiastową (występuje w gruntach niespoistych – odkształcenie występuje w chwili przyłożenia obciążenia) oraz czasową (występuje w gruntach spoistych oraz organicznych – odkształcenia występują w czasie).
- Zmiany poziomów zwierciadła wód gruntowych w ośrodku gruntowym również powodują odkształcenia podłoża gruntowego i w zależności od rodzaju gruntu powodują odkształcenia w czasie.
- W zależności od warunków gruntowych i kierunku przepływu wody gruntowej mogą dodatkowo wystąpić niekorzystne zjawiska takie jak przebiecie hydrauliczne, wyparcie, sufozja a w następnej kolejności kurzawka gruntu. W takim przypadku parametry fizyczne, wytrzymałościowe i odkształceniowe ulegają zmianie w czasie.
- W przypadku naruszenia struktury naturalnej gruntów należy liczyć się z koniecznością przywrócenia pierwotnych parametrów geotechnicznych, co w przypadku gruntów niespoistych – najczęściej wiąże się z dogęszczaniem gruntów za pomocą np.: zagęszczarek wibracyjnych, a przypadku gruntów spoistych odtworzenie pierwotnych parametrów geotechnicznych jest znacznie trudniejsze. W związku, z powyższym należy grunty spoiste chronić przed zmianą stanu plastyczności pod wpływem działania wody (np.: wody gruntowej, opadowej) oraz przed przemarzaniem.
- W miejscach występowania w poziomie posadowienia gruntów spoistych ekspansywnych może dojść do znacznych zmian właściwości gruntów w czasie, ze względu na możliwość wystąpienia ciśnienia pęcznienia lub skurczu gruntów.

Na podstawie powyższych informacji oraz dokumentacji [1] można stwierdzić, że dla projektowanej inwestycji mogą wystąpić osiadania konstrukcji w czasie. Należy jednak powyższe osiadania kontrolować i uwzględnić w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych, mimo tego że w podłożu występują grunty nośne nadające się do bezpośredniego posadowienia ścieżki i pośredniego obiektu kładki.

4. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych

W podłożu inwestycji, do głębokości rozpoznania wydzielono łącznie 10 warstw geotechnicznych, biorąc pod uwagę rodzaj gruntu, jego genezę, wiek, stan oraz właściwości fizyczno-mechaniczne.

Zgodnie z EC-7 wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych należy ocenić bezpośrednio albo wprowadzić za pomocą wzoru:

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

gdzie:

X_d – wartość obliczeniowa parametru geotechnicznego,

X_k – wartość charakterystyczna parametru geotechnicznego,

γ_M – współczynnik częściowy do parametru geotechnicznego.

Charakterystykę wydzielonych warstw geotechnicznych z zakresami poszczególnych parametrów geotechnicznych i własności fizyczno-mechanicznych dla poszczególnych typów gruntów stwierdzonych w podłożu inwestycji, wchodzących w skład poszczególnych warstw geotechnicznych, zamieszczono w Załączniku nr 1.

5. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych

Norma EC-7 wyróżnia trzy podejścia obliczeniowe różniące się rozkładem współczynników częściowych, pomiędzy oddziaływania, efekty oddziaływań, parametry geotechniczne i inne właściwości materiałowe. Dlatego współczynniki bezpieczeństwa zostały podzielone na zestawy oznaczone:

A – do oddziaływań i efektów oddziaływań,

M – do parametrów geotechnicznych,

R – do oporów lub nośności.

Wartości współczynników częściowych podano w tabelach poniżej:

Tabela 2. Współczynniki częściowe do oddziaływań i efektów oddziaływań

Oddziaływanie		Symbol	Zestaw	
			A1	A2
Stałe	Niekorzystne	γ_G	1,35	1,0
	Korzystne		1,0	1,0
Zmienne	Niekorzystne	γ_Q	1,5	1,3
	Korzystne		0	0

Tabela 3. Współczynniki częściowe do parametrów geotechnicznych

Parametr gruntu	Symbol	Zestaw	
		M1	M2
Kąt tarcia wewnętrznego (do $\tan \varphi$)	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	γ_{cu}	1,0	1,4
Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	γ_{qu}	1,0	1,4
Ciężar objętościowy	γ_γ	1,0	1,0

Tabela 4. Współczynniki częściowe do oporu/nośności dotyczące fundamentów bezpośrednich

Nośność	Symbol	Zestaw
---------	--------	--------

		R1	R2	R3
Nośność podłoża	$\gamma_{R,v}$	1,0	1,4	1,0
Przesunięcie	$\gamma_{R,h}$	1,0	1,1	1,0

W zależności od szczegółów konstrukcyjnych obiektu na tle przedstawionych warunków gruntowo-wodnych projektant powinien przyjąć jedno z trzech podejść obliczeniowych.

Podejście obliczeniowe 1 polega na analizie dwóch zestawów współczynników częściowych. W podejściu tym współczynniki stosuje się do oddziaływań lub efektów oddziaływań jak i do parametrów geotechnicznych. Kombinacja pierwsza polega na założeniu że odchylenia od wielkości charakterystycznych dotyczą oddziaływań, jednocześnie przyjmując wysoką pewność wyznaczenia parametrów geotechnicznych. Kombinacja druga zakłada, że odchylenia od wielkości charakterystycznych dotyczą parametrów geotechnicznych.

Kombinacja 1: A1 + M1 + R1

Kombinacja 2: A2 + M2 + R1

W podejściu obliczeniowym 2 współczynniki częściowe stosuje się do oddziaływań albo efektów oddziaływań jak i do oporów (nośności). Należy tu zastosować jednokrotne sprawdzenie kombinacji, które nie wymaga użycia współczynników częściowych do parametrów geotechnicznych.

Kombinacja: A1 + M1 + R2

W podejściu obliczeniowym 3 współczynniki częściowe należy stosować do oddziaływań lub efektów oddziaływań od konstrukcji, jak również do parametrów gruntu i materiałów. W tym podejściu przyjęte zostają najwyższe z możliwych współczynników częściowych do oddziaływań i parametrów geotechnicznych.

Kombinacja: (A1 lub A2) + M2 + R3

6. Określenie oddziaływań od gruntu

Do oddziaływań geotechnicznych zalicza się ogólnie oddziaływania przekazywane na konstrukcję przez grunt. Przewiduje się wystąpienie typowych oddziaływań geotechnicznych takich jak odpór gruntu, parcie gruntu na konstrukcję ścian obiektu oraz w niepożądanym przypadku, wystąpienie zmiany stanu plastyczności gruntów spoistych, pod wpływem działania warunków atmosferycznych.

Poniżej przedstawiono opis rodzaju parć gruntu:

- parcie czynne gruntu – parcie od strony ośrodka gruntowego, które spowoduje przemieszczeniem konstrukcji lub jej elementu w kierunku od gruntu o wartości dostatecznej do uzyskania najmniejszej wartości parcia gruntu (parcie graniczne).
- parcie spoczynkowe gruntu – parcie od strony ośrodka gruntowego, gdy nie istnieje możliwość przesunięcia konstrukcji lub jej elementu
- parcie bierne gruntu – parcie spowodowana przemieszczaniem konstrukcji lub jej elementu w kierunku gruntu, o wartości wystarczającej do osiągnięcia przez odpór wartości największej (odpór graniczny).

7. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego

Obiekt został zaliczony do II kategorii geotechnicznej.

W terenie występują proste warunki gruntowe.

Model obliczeniowy podłoża gruntowego powinien odzwierciedlać układ warstw zasugerowanych w dokumentacji badań podłoża gruntowego [1].

Dla poszczególnych warstw gruntu, w zależności od rodzaju obciążenia, metody wzmocnienia, oraz posadowienia obiektu, zaleca się przyjęcie odpowiedniego modelu obliczeniowego.

8. Obliczenia osiadań podłoża gruntowego

Szczegółowa ocena nośności podłoża w lokalizacji przejścia pod torami została przedstawiona w dokumentacji badań podłoża gruntowego dla zadania pod nazwą „Dokumentacja projektowo - kosztorysowa budowy ścieżki pieszo - rowerowej os. Blachownia w Kędzierzynie-Koźlu - II POSTĘPOWANIE”

Podłoże gruntowe, rodzime i nasypowe, przedmiotowej inwestycji, opisane w wyżej wymienionym opracowaniu, charakteryzuje się prostymi warunkami gruntowo-wodnymi. Podłoże w całym przewierconym profilu stanowią osady holocenu i plejstocenu. Są to przede wszystkim utwory niespoiste: pospółki, piaski drobne i średnie w stanach minimum średnio zagęszczonym i zagęszczonym. Grunty nasypowe mało spoiste wykształcone są w postaci piasków gliniastych, występują w stanie twardoplastycznym.

W przypadku robót ziemnych, podczas których w wyniku zdjęcia warstwy wierzchniej zaleca się zabezpieczenie ich przed zalaniem wodami opadowymi poprzez sukcesywne odsłanianie podłoża. Podczas prac w niesprzyjających warunkach, należy uważać, aby pracujący sprzęt budowlany nie doprowadził do pogorszenia warunków gruntowych.

W trakcie wykonywania wykopów w podłożu, w gruntach spoistych lub ich odsłaniania w trakcie robót modernizacyjnych, należy zwrócić szczególną uwagę na ich ochronę przed kontaktem z wodami opadowymi i podziemnymi. Mogą one doprowadzić do ich uplastycznienia, a tym samym do pogorszenia parametrów fizyko-mechanicznych gruntów.

W przypadku wystąpienia gruntów nienośnych w poziomie posadowienia, należy je zmodyfikować poprzez wzmocnienie, wymianę, lub ulepszenie z uwzględnieniem cech gruntów stwierdzonych w podłożu oraz ich miąższości.

Technologię wiercenia pali należy dostosować tak aby nie doprowadzić do rozluźnienia podłoża gruntowego w poziomie posadowienia pali.

Obliczenia osiadań należy liczyć do zasięgu strefy aktywnej opisanej jako $0,2\sigma_{zd}$ zgodnie z załącznikiem F do normy EN 1997-1:2008.

9. Złożoność budowy geologicznej i kategoria geotechniczna obiektu

Na podstawie wykonanych wierceń badawczych, sondowań geotechnicznych, badań laboratoryjnych, prac kartograficznych oraz materiałów archiwalnych, stwierdza się, że na przedmiotowym terenie, w rejonie przebiegu inwestycji zbudowanej z czwartorzędowych, nośnych gruntów niespoistych, występują proste warunki gruntowe.

W oparciu o powyższe dane oraz zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych, zakres i rodzaj badań na przedmiotowym terenie wykonano, jak dla **II kategorii geotechnicznej**.

Stopień złożoności warunków gruntowych został zweryfikowany po analizie wyników badań objętych *Dokumentacją badań podłoża gruntowego*. Zgodnie z *Rozporządzeniem w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych* (pkt. 5), po stwierdzeniu innych od przyjętych w projekcie, warunków gruntowych, projektant może zmienić jego kategorię geotechniczną.

10. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania posadowienia

Zestawienie właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów przedstawione w Załączniku nr 1 pozwoli na przeprowadzenie niezbędnych obliczeń statycznych dla sposobu posadowienia projektowanego obiektu liniowego jak i mostowego.

11. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych

Ze względu, na fakt, że przeprowadzone badania podłoża gruntowego mają charakter punktowy, należy liczyć się z możliwością wystąpienia odmiennych warunków geologicznych pomiędzy punktami badań. W związku, z powyższym w celu zapewnienia wymaganej jakości robót, związanych z podłożem gruntowym, zaleca się podczas prowadzenia prac ziemnych, zapewnić stały nadzór geologiczny. Wszystkie prace ziemne powinny być nadzorowane przez uprawnionego geologa, a ostateczne decyzje potwierdzone wpisem do dziennika budowy.

W razie potrzeby na etapie budowy należy przewidzieć wykonanie uzupełniających badań geotechnicznych w postaci:

- polowych - w postaci wierceń badawczych, sondowań dynamicznych, sondowań statycznych, pomiarów płytą sztywną (VSS) oraz lekką płytą dynamiczną (LFG);
- laboratoryjnych - w postaci analiz sitowych, analiz areometrycznych, pomiarów w aparacie skrzynkowym oraz w edometrze.

Dodatkowo zwraca się uwagę, że Wykonawca robót ziemnych jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz zgodność z dokumentacją projektową. Wykonawca robót powinien przed rozpoczęciem swoich prac wykonać Plan Zapewnienia Jakości prowadzonych robót i przedstawić do akceptacji do Nadzoru Budowy.

W celu wykonania wymiany gruntu zaleca się wykonanie następujących badań:

- a) Zaleca się wykonania dodatkowych badań geotechnicznych – uzupełniających – w celu określenia zakresu oraz głębokości występowania gruntów słabonośnych.
- b) Wskaźnik zagęszczenia wymienionego gruntu I_s powinien wynosić min.

$$I_s = 1,00.$$

Należy przewidzieć, oprócz sporządzania bieżących kart metryki pali jak i kontroli urobku przy podnoszeniu kolumny wiertniczej podczas betonowania, pobór prób kontrolnych mieszanki betonowej na badanie wytrzymałości na ściskanie. Prowadzić obserwację ciągłości wykonania pala wprowadzenia zbrojenia i jego wwińbrowania. Tempo prac betonowych musi być odpowiednie w celu ograniczenia niekorzystnych zjawisk występujących w świeżym betonie(ucieczka wody i niekorzystna zmiana konsystencji betonu)

Szczegółowy plan badań oraz kontroli wykonywania wymiany gruntu powinien zostać przedstawiony w Specyfikacji Technicznej Prowadzenia Robót Budowlanych.

12. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom

Warunki wodne rozpoznano na podstawie wykonanych otworów badawczych

Jeżeli chodzi o oddziaływania wód gruntowych na projektowaną inwestycję, należy do nich zaliczyć:

- wahania zwierciadła wody gruntowej – poziom wody gruntowej może podlegać sezonowym wahaniom uzależnionym od poziomu wody w kanale Gliwickim
- w przypadku ewentualnego wykonywania odwodnienia wykopów należy pamiętać, że obniżenia zwierciadła wody gruntowej spowoduje dodatkowe osiadania gruntu oraz może spowodować dodatkowe zagrożenia dla samego środowiska np. poprzez degradację warunków wzrostu roślin lub brak wody w ujęciach gospodarczych.

W związku, z powyższym w przypadku chęci zastosowania odwodnienia wykopu za pomocą pompowania, konieczne będzie wykonanie projektu odwodnienia wykopu przez uprawnionego hydrogeologa.

Części konstrukcji obiektu mostowego stykające się z gruntem należy zabezpieczyć odpowiednimi preparatami hydroizolacyjnymi ze względu na możliwość stałego działania wody gruntowej.

Wszelkie prace związane z budową mogą stwarzać także zagrożenie dla jakości wód, co może być spowodowane:

- zamulaniem wskutek erozji gruntu podczas budowy;
- wypłukiwaniem zanieczyszczeń z materiałów stosowanych do budowy oraz materiałów z rozbiórek;
- przedostawaniem się produktów naftowych z maszyn pracujących, urządzeń budowlanych i pojazdów;
- odprowadzaniem ścieków bytowych i technologicznych z bazy budowy obiektu do wód powierzchniowych bez wcześniejszego ich oczyszczenia.

W celu zminimalizowania oddziaływania na stosunki wodne w fazie realizacji należy:

- w czasie budowy stosować osłony zapobiegające przedostawaniu się zanieczyszczeń do rzek i cieków;
- zabezpieczyć place budowy oraz miejsca składowania materiałów i maszyn budowlanych przed przedostaniem się smarów i paliw do środowiska wodno-gruntowego;
- prace przy użyciu ciężkiego sprzętu ograniczyć do niezbędnego minimum.

13. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu, niezbędnego do rozpoznania zagrożeń mogących wystąpić w trakcie robót budowlanych lub w ich wyniku oraz w czasie użytkowania obiektu budowlanego

Podczas wykonywania projektu oraz na etapie budowy należy potwierdzić / monitorować:

- wykonać dodatkowe badania gruntowe określające zakres oraz głębokość występowania gruntów słabonośnych koniecznych wymiany gruntu.
- wszystkie prace ziemne powinny być nadzorowane przez nadzór geotechniczny a ostateczne decyzje potwierdzone wpisem do dziennika budowy.

- zakres oraz głębokość wymiany gruntów słabonośnych opisanych jako warstwy nasypowe oraz warstwa gleby
- w przypadku stwierdzenia w podłożu gruntów spoistych należy pamiętać, że są one wrażliwe na działanie warunków atmosferycznych. W czasie robót ziemnych należy zwrócić szczególną uwagę, żeby nie narazić gruntów na działanie wód opadowych i napływowych oraz nagłe zmiany temperatur.
- w czasie wykonywania wymiany gruntów słabonośnych należy kontrolować wskaźnik zagęszczenia I_s oraz moduł odkształcenia wtórnego E_{v2} i wskaźnik odkształcenia I_o .
- projektowany system monitoringu obiektów I polega na prowadzeniu systematycznych pomiarów i obserwacji, dokumentowaniu istotnych danych o zachowaniu podłoża i pracy konstrukcji jak i ocenie wyników w celu podejmowania właściwych decyzji w przypadku powstania deformacji nieciągłych zagrażających bezpieczeństwu użytkowania inwestycji.

Monitoring obiektów sąsiadujących:

W celu ochrony przed uciążliwym oddziaływaniem inwestycji na obiekty sąsiadujące należy:

- przy prowadzeniu prac budowlanych użyć najlepszej dostępnej techniki;
- zinwentaryzować infrastrukturę podziemną;
- starannie odizolować teren budowy wysokim ogrodzeniem;
- unikać rozpylania materiałów pylistych na terenie budowy i drogach dojazdowych;
- zraszać miejsca wtórnego zapylenia za pomocą odpowiednich spryskiwaczy (w słoneczne i wietrzne dni);
- systematycznie porządkować plac budowy;
- odprowadzać wody opadowe i ścieki do urządzeń kanalizacji;
- w przypadku prac rozbiórkowych obiektów, które znajdują się w obrysie projektowanej inwestycji wykonywać ze szczególną dbałością (nie należy dopuścić do naruszenia struktury gruntów zalegających w podłożu);
- wykonać ekspertyzy dla obiektów znajdujących się w pobliżu, a mogących ulec uszkodzeniom w czasie prowadzenia prac
- opracować, np. projekt monitoringu obiektów sąsiadujących określający m.in. :
 - rozmieszczenie reperów na obiektach oraz tryb pomiarów geodezyjnych;
 - dopuszczalne wielkości osiadań;
 - monitorowanie budowy w poszczególnych fazach realizacji;
 - ustalenie procedur analizy pomiarów i reagowania.

W związku z powyższym na wszystkich etapach, tj. w fazie badań podłoża (w celu założeń punktów monitoringu), budowy (uzupełnienie punktów i obserwacje) i eksploatacji (uzupełnienie punktów i obserwacje) należy prowadzić monitoring budowli. Monitorowane powinny być również obiekty infrastruktury podziemnej usytuowane w strefie wpływu wykopów i zbliżone do niej, w szczególności kolektory i ciek, instalacje gazowe i wodociągowe.

Monitoring otaczającego gruntu:

W związku z ewentualnymi deformacjami (osiadania gruntu) obiekty zabudowy usytuowane w sąsiedztwie planowanej inwestycji powinny podlegać geodezyjnej obserwacji odkształceń (osiadań) budynków, obiektów inżynierskich, znaczących instalacji podziemnych, wynikłych wskutek deformacji podłoża gruntowego. Praktyka wskazuje, że monitoring osiadań powierzchni gruntu (w tym budynków) powinien obejmować pas o szerokości 40÷50 m w bezpośrednim obszarze oddziaływania inwestycji.

Podsumowując, jeśli realizacja budowy inwestycji wykonana zostanie w prawidłowy sposób, a później będzie ona właściwie eksploatowana - nie powinno dojść do deformacji gruntu, a w konsekwencji uszkodzenia zabudowy.