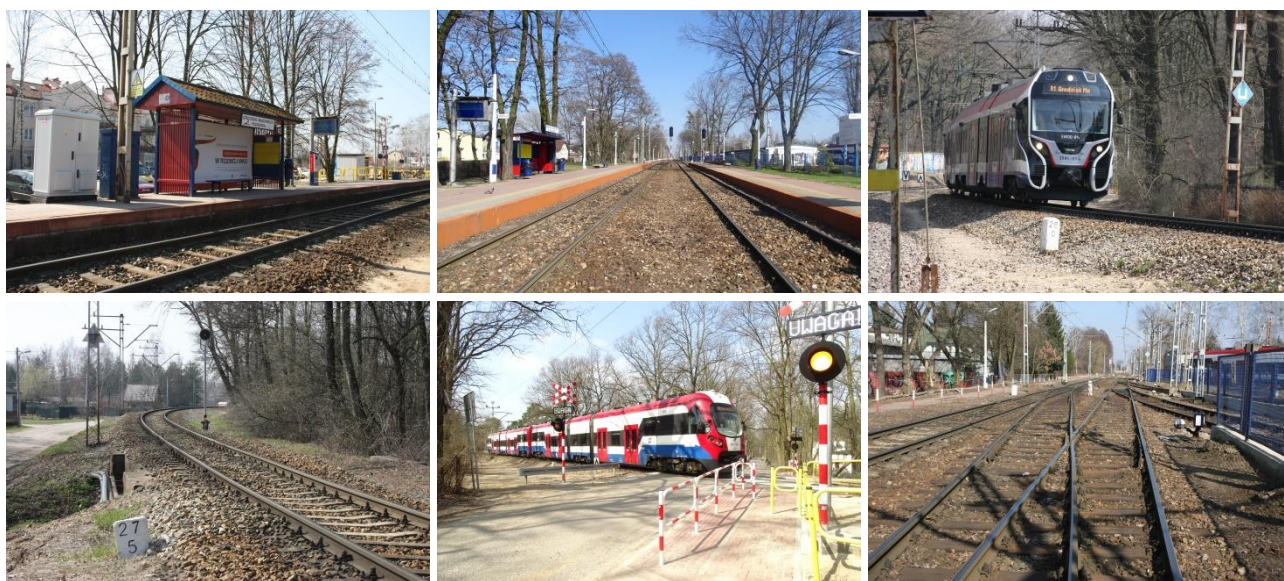


Multiconsult

OPRACOWANIE STUDIUM WYKONALNOŚCI DLA PROJEKTU PN.:
**MODERNIZACJA INFRASTRUKTURY KOLEJOWEJ LINII WKD – POPRZEC
BUDOWĘ DRUGIEGO TORU LINII KOLEJOWEJ NR 47
OD PODKOWY LEŚNEJ DO GRODZISKA MAZOWIECKIEGO**



PROJEKT TEN PRZYCZYNIĄ SIĘ DO ZMNIEJSZENIA RÓŻNIC SPOŁECZNYCH I GOSPODARCZYCH POMIĘDZY OBYWATELAMI UNII EUROPEJSKIEJ

*ETAP I: OKREŚLENIE CELÓW I CHARAKTERYSTYKA PROJEKTU, POTENCJAŁU
RYNKU I MOŻLIWYCH WARIANTÓW INWESTYCYJNYCH*

**ETAP I C: ANALIZA STANU ISTNIEJĄCEGO INFRASTRUKTURY
KOLEJOWEJ I TABORU
TOM I.C.2 – BADANIA GEOLOGICZNE I GEOTECHNICZNE PODTORZA**

**WERSJA 1.1
Czerwiec 2017 r.**

Projekt będzie ubiegać się o współfinansowanie ze środków Unii Europejskiej

Zamawiający:



Warszawska Kolej Dojazdowa sp. z o.o.

ul. Batorego 23

05-825 Grodzisk Mazowiecki

Wykonawca:

Multiconsult

Multiconsult Polska sp. z o.o.

ul. Bonifraterska 17

00-203 Warszawa

PROJEKT	„Modernizacja infrastruktury kolejowej linii WKD – poprzez budowę drugiego toru linii kolejowej nr 47 od Podkowy Leśnej do Grodziska Mazowieckiego”
ETAP	Etap I: Określenie celów i charakterystyka projektu, potencjału rynku i możliwych wariantów inwestycyjnych
TYTUŁ	Etap IC: Analiza stanu istniejącego infrastruktury kolejowej i taboru Tom I.C.2 – Badania geologiczne i geotechniczne podtorza
ZAMAWIAJĄCY	Warszawska Kolej Dojazdowa sp. z o.o.
NUMER DOKUMENTU	Wersja 1.1
DATA	02.06.2017 r.
KIEROWNIK PROJEKTU	Renata Mordak
AUTORZY	dr Maciej Maślakowski

SPIS TREŚCI

Spis tabel	5
Spis rysunków	5
Spis fotografii	5
Spis załączników	6
Akronimy i skróty	7
1. Wstęp	8
1.1 Przedmiot opracowania	8
1.2 Zakres opracowania	8
1.3 Wykorzystane materiały archiwalne i pomocnicze	8
2. Charakterystyka planowanej inwestycji	10
3. Charakterystyka rejonu badań	11
3.1 Lokalizacja terenu prac	11
3.2 Morfologia i hydrografia	11
3.3 Zagospodarowanie terenu.....	12
3.3.1 Wyniki wizji terenowej.....	12
4. Warunki geologiczne i hydrogeologiczne rejonu badań	17
4.1 Budowa geologiczna	17
4.2 Warunki hydrogeologiczne	19
5. Zakres wykonanych prac	20
5.1 Analiza materiałów geologicznych	20
5.2 Badania georadarowe	20
5.3 Wiercenia geotechniczne	21
5.4 Sondowania geotechniczne	22
5.5 Badania laboratoryjne	24
6. Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich	25
6.1 Geozagrożenia	25
6.1.1 Obszary zagrożone podtopieniami	25
6.1.2 Obszary predysponowane do osuwisk.....	25
6.1.3 Lokalizacja linii w zakresie szkód górniczych.....	25
6.2 Wyniki badań georadarowych	25
6.3 Stopień skomplikowania warunków gruntowych	26
6.4 Warstwy geotechniczne	27
7. Złoże kopaliny przydatne do modernizacji linii kolejowych	30
8. Podsumowanie i wnioski	34

SPIS TABEL

Tabela 3-1 Położenie linii kolejowej nr 47	11
Tabela 3-2 Lokalizacja stacji i przystanków osobowych Podkowa Leśna Główna – Grodzisk Mazowiecki Radońska linii kolejowej nr 47.	12
Tabela 3-3 Wykaz form ochrony przyrody (w odł. 500 m od osi toru)	12
Tabela 3-4 Wykaz obiektów inżynierskich, LK 47 na odcinku Podkowa Leśna – Grodzisk Mazowiecki	13
Tabela 4-1 Wykaz wydzielen geologicznych wg SMGP w skali 1:50 000 na odcinku LK 47 od Podkowy Leśnej do Grodziska Mazowieckiego	17
Tabela 5-1 Wybrane ustawienia pomiarów	21
Tabela 5-2 Wyniki badań płytą dynamiczną.....	23
Tabela 6-1 Zestawienie obszarów do rozpoznania geotechnicznego i jego wynik	25
Tabela 6-2 Zestawienie wydzielonych warunków gruntowych	26
Tabela 6-3 Schemat warstw geotechnicznych wraz z parametrami geotechnicznymi – grunty antropogeniczne.....	27
Tabela 6-4 Schemat warstw geotechnicznych wraz z parametrami geotechnicznymi - grunty rodzime	28
Tabela 7-1 Lokalizacja złóż w odległości do 20 km od osi linii kolejowej 47.	30

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 3-1 Lokalizacja inwestycji względem mezoregionów wg J. Kondrackiego (2009) (źródło: m.bazagis.pgi.gov.pl)	11
Rysunek 4-1 Przekrój geologiczny w rejonie planowanej inwestycji, wg SMGP w skali 1:50 000, arkusz Grodzisk Mazowiecki. (objaśnienia jak w Tabeli 4-1 wysokość w m. n.p.m.].....	19

SPIS FOTOGRAFII

Fotografia 3-1 Zdjęcia z wizji terenowej	14
Fotografia 3-2 Zdjęcia z wizji terenowej	15
Fotografia 3-3 Zdjęcia z wizji terenowej	16

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Załącznik 1	Mapa lokalizacyjna w skali 1 : 50 000
Załącznik 2	Mapa dokumentacyjna w skali 1:2000
Załącznik 3	Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000
Załącznik 4	Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000
Załącznik 5	Mapa geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000
Załącznik 6	Mapa geozagrożeń
Załącznik 7	Mapa złóż, kruszywa naturalne
Załącznik 8	Karty otworów archiwalnych
Załącznik 9	Mapa obszarów chronionych
Załącznik 10	Karty otworów wiertniczych i sondowań
Załącznik 11	Wyniki badań georadarowych
Załącznik 12	Przekroje geologiczno-inżynierskie
Załącznik 13	Wyniki badań laboratoryjnych
Załącznik 14	Zestawienie przydatności warstw podłoża

Akronimy i skróty

UE	Unia Europejska;
LK	Linia Kolejowa;
SW	Studium Wykonalności;
OPZ	Opis Przedmiotu Zamówienia
PFU	Program Funkcjonalno-Użytkowy
SIWZ	Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia
LCS	Lokalne Centrum Sterowania
LPN	Linia potrzeb nietrakcyjnych
EOR	Elektryczne ogrzewanie rozjazdów
srk	Sterowanie ruchem kolejowym
przejazd	Jednopoziomowe skrzyżowanie linii kolejowej z drogą kołową
ST	Stacja kolejowa
p.o.	Przystanek osobowy
Wykonawca	Multiconsult Polska sp. z o. o.
Zamawiający	Warszawska Kolej Dojazdowa sp. z o.o.
RPO	Regionalny Program Operacyjny

1. Wstęp

1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest wykonanie studium geologiczno-inżynierskiego. Zostało ono opracowane na zlecenie firmy Multiconsult Polska Sp. z o.o., ul. Bonifraterska 17, 00-203 Warszawa, która realizuje zadanie:

Opracowanie studium wykonalności dla projektu:

„MODERNIZACJA INFRASTRUKTURY KOLEJOWEJ LINII WKD – POPRZECZ BUDOWĘ DRUGIEGO TORU LINII KOLEJOWEJ NR 47 OD PODKOWY LEŚNEJ DO GRODZISKA MAZOWIECKIEGO”.

Inwestorem jest Warszawska Kolej Dojazdowa spółka z ograniczoną odpowiedzialnością (WKD sp. z o.o.) 05-825 Grodzisk Mazowiecki, ul. Batorego 23.

Opracowanie zawiera analizę stanu istniejącej infrastruktury kolejowej w zakresie warunków gruntowo-wodnych.

1.2 Zakres opracowania

Przedmiotem analizy jest linia kolejowa nr 47, szlak Podkowa Leśna Główna – Grodzisk Mazowiecki Radońska od km 24+960 (stacja) / km 25+137 (początek odcinka jednotorowego) do km 32+610 (stacja) / 32+655 (koniec odcinka jednotorowego – koniec torów stacyjnych) wraz z infrastrukturą towarzyszącą.

Na rozpatrywanym szlaku linii kolejowej nr 47 zlokalizowane są 2 stacje oraz 6 przystanków osobowych:

- Stacja „Podkowa Leśna Główna”;
- Przystanek osobowy „Podkowa Leśna Zachodnia”;
- Przystanek osobowy „Kazimierówka”;
- Przystanek osobowy „Brzózki”;
- Przystanek osobowy „Grodzisk Mazowiecki Okrężna”;
- Przystanek osobowy „Grodzisk Mazowiecki Piaskowa”;
- Przystanek osobowy „Grodzisk Mazowiecki Jordanowice”;
- Stacja „Grodzisk Mazowiecki Radońska”.

Szlak Podkowa Leśna Główna – Grodzisk Mazowiecki Radońska jest zarządzany przez WKD sp. z o.o.

Opracowane studium geologiczno-inżynierskie, opiera się w szczególności o dane pozyskane z materiałów archiwalnych, analizę opracowań kartograficznych, uzupełnione badaniami polowymi, w tym geofizycznymi oraz wizją lokalną. Opracowanie to ma na celu rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych i geotechnicznych oraz zdefiniowanie zagrożeń geologicznych mogących mieć wpływ na realizację inwestycji.

Zakres prac i badań geotechnicznych został określony w oparciu o punkt B.3.3 *Opisu Przedmiotu Zamówienia* oraz o obowiązujące przepisy prawa, normy instrukcje itp. i został uzgodniony z Projektantem tj. Multiconsult Polska sp. z o.o.

1.3 Wykorzystane materiały archiwalne i pomocnicze

Przy opracowywaniu studium geologiczno-inżynierskiego wykorzystane zostały następujące materiały wyjściowe i archiwalne oraz akty prawne:

1. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000. Arkusz 558 – Grodzisk Mazowiecki, Państwowy Instytut Geologiczny, 1987 r.
2. Mapa Geośrodowiskowa Polski w skali 1: 50 000. Arkusz 558 – Grodzisk Mazowiecki. Plansze A i B. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, 2010 r.
3. Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1: 50 000. Arkusz 558 – Grodzisk Mazowiecki. Państwowy Instytut Geologiczny, 1997 r.
4. Centralna Baza danych Hydrogeologicznych – otwory archiwalne

5. Centralny Rejestr Form Ochrony Przyrody <http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/>
6. Baza danych o działalności górniczej MIDAS <http://midas.pgi.gov.pl>.
7. Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce. Informator państwowej służby hydrogeologicznej, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 2007, <http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>,
8. Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w skali 1: 50 000, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 2006–2008, <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO>
9. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. — Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2016 poz. 1131),
10. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. z 2016 r. poz. 290, 961, 1165, 1250 z późn. zm.),
11. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 Nr 81 poz. 463),
12. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2016 poz. 71).
13. PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne,
14. PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznawanie i badanie podłoża gruntowego
15. PN-EN ISO 14688-1. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.
16. PN-EN ISO 14688-2. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
17. PN-EN ISO 22475-1. Rozpoznanie i badania geotechniczne. Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych. Część 1: Techniczne zasady wykonania.
18. PN-B-04452:2002 Geotechnika - Badania polowe,
19. PN-B-04481:1988 Grunty budowlane - Badania próbek gruntu,
20. PN-B-02480:1986 Grunty budowlane - Określenia, symbole, podział i opis gruntów,
21. PN-B-03020:1981 Grunty budowlane - Posadowienia bezpośrednie budowli - Obliczenia statyczne i projektowanie.
22. PN-B-02479:1998 Geotechnika - Dokumentowanie geotechniczne - Zasady ogólne.
23. PN-B-02481:1998 Geotechnika – Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
24. PN-B-06050:1999 Geotechnika - Roboty ziemne - Wymagania ogólne.
25. Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego, Id-3, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Warszawa 2009 r.
26. Wytyczne badań podłoża gruntowego dla potrzeb budowy i modernizacji infrastruktury kolejowej, Igo-1, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Warszawa 2015 r.,
27. Kondracki J., 2009 – Geografia regionalna Polski, PWN,
28. Stupnicka E. - Geologia regionalna Polski - Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1989 r.
29. Protokoły kontroli okresowej obiektów inżynierskich

2. Charakterystyka planowanej inwestycji

W ramach planowanych prac przewiduje się modernizację infrastruktury kolejowej linii WKD – poprzez budowę drugiego toru linii kolejowej nr 47 od Podkowy Leśnej do Grodziska Mazowieckiego, w celu zwiększenia przepustowości szlaku Podkowa Leśna Główna – Grodzisk Mazowiecki Radońska linii kolejowej nr 47.

Przedsięwzięcie inwestycyjne pn. „Modernizacja infrastruktury kolejowej linii WKD – poprzez budowę drugiego toru linii kolejowej nr 47 od Podkowy Leśnej do Grodziska Mazowieckiego” jest przewidziane do realizacji w ramach współfinansowania ze środków Unii Europejskiej w okresie budżetowania 2014 - 2020 r..

Przeprowadzenie prac na szlaku Podkowa Leśna Główna – Grodzisk Mazowiecki Radońska linii kolejowej nr 47, w zakresie rozbudowy i przebudowy elementów infrastruktury kolejowej wchodzącej w skład tej linii, ma istotne znaczenie dla zwiększenia dostępności obszarów odległych od centrum aglomeracji warszawskiej w ramach Warszawskiego Obszaru Metropolitalnego, znaczącej poprawy obsługi komunikacyjnej tych obszarów, zdynamizowania ich integracji z pozostałymi rejonami aglomeracji oraz wzrostu spójności społeczno-gospodarczej i terytorialnej województwa mazowieckiego i w szerszym ujęciu całego kraju.

Linia kolejowa nr 47 jest istotnym ciągiem komunikacyjnym w całości zawierającym się w granicach Warszawskiego Obszaru Metropolitalnego łączącym ośrodki miejskie południowo-zachodniego pasma osadniczego aglomeracji warszawskiej z centrum stolicy.

Aktualnie na odcinku od st. Podkowa Leśna Główna do st. Grodzisk Mazowiecki Radońska jest to linia jednotorowa, zelektryfikowana.

Wg rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. Nr 213 poz. 1397 z późn. zm.), biorąc pod uwagę przedsięwzięcie kolejowe (linia kolejowa o charakterze aglomeracyjnym, niewchodząca w skład transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości i transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnej w rozumieniu ustawy o transporcie kolejowym, stanowiąca niezależny element systemu kolei metropolitalnej) planowaną inwestycję należy zakwalifikować do przedsięwzięć **mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko.**

3. Charakterystyka rejonu badań

3.1 Lokalizacja terenu prac

Teren objęty poniższym opracowaniem znajduje się w województwie mazowieckim, w południowo-zachodniej części aglomeracji warszawskiej i przebiega przez obszar:

Tabela 3-1 Położenie linii kolejowej nr 47

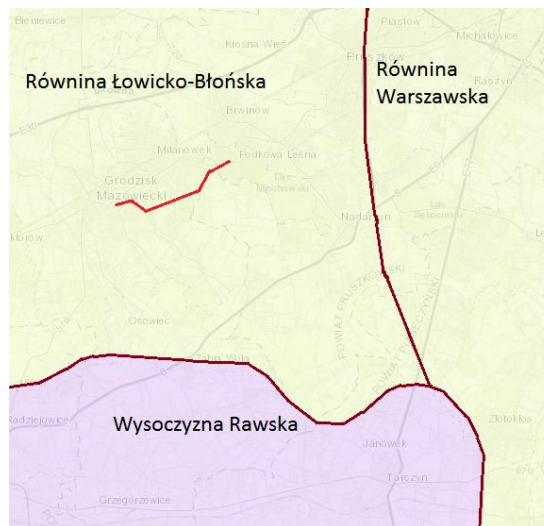
Powiat	Gmina	Od km	Do km
grodziski	Podkowa Leśna	24+600	25+980
pruszkowski	Brwinów - obszar wiejski	25+980	27+450
grodziski	Milanówek	27+450	28+970
grodziski	Grodzisk Mazowiecki - obszar wiejski	28+970	30+160
grodziski	Grodzisk Mazowiecki	30+160	32+630

Przebieg omawianej linii kolejowej został przedstawiony na Mapie lokalizacyjnej w skali 1 : 50 000 stanowiącej Załącznik nr 1 do poniższego opracowania oraz mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 2000 stanowiącej Załącznik 2.

3.2 Morfologia i hydrografia

Pod względem podziału geograficznego Polski omawiany odcinek linii kolejowej nr 47, na odcinku Podkowa Leśna - Grodzisk Mazowiecki, zlokalizowany jest na terenie mezoregionu Równina Łowicko-Błońska (Kondracki, 2009 r.). Jest to region o ponad 100 km rozciągłości równoleżnikowej, od północy ograniczony doliną Bzury, zdominowany przez peryglacjalne krajobrazy równinne, przecięte południkowymi odcinkami dolin prawobrzeżnych dopływów Bzury (od zach.): Moszczenicy, Morgi, Borówki, Zwierzynki, Skierniewki, Rawki, Pisi, Utraty, którym towarzyszą krajobrazy zalewowych den dolin. W dolinie Moszczenicy występują również rozbudowane terasy nadzalewowe.

Rysunek 3-1 Lokalizacja inwestycji względem mezoregionów wg J. Kondrackiego (2009) (źródło: m.bazagis.pgi.gov.pl)



Obszar poddany analizie położony jest w zlewni Bzury, należącej do lewostronnego dorzecza Wisły.

Teren odwadnia rzeka Rokitnica wraz z dopływami. W pobliżu inwestycji, w dolinach rzecznych Rokitnicy, Mrowni i Rokicianki zlokalizowane są stawy oraz zbiorniki powstałe po eksploatacji kopalni ilastych.

Lokalizację cieków wodnych i rzek występujących na analizowanym odcinku LK 47 zawiera Tabela 3-4 - wykaz obiektów inżynierskich

3.3 Zagospodarowanie terenu

Otoczenie linii kolejowej nr 47 na odcinku Podkowa Leśna – Grodzisk Mazowiecki to skoncentrowana zabudowa jednorodzinna (Podkowa Leśna, Grodzisk Mazowiecki), luźna wielorodzinna (Grodzisk Mazowiecki), obszary luźnej zabudowy rolniczej i mieszkaniowej (Kazimierówka – Okrężna) – perspektywiczne obszary o dużej pojemności osiedleńczej w zasięgu oddziaływania komunikacyjnego WKD.

W Tabeli 3-2 podana jest lokalizacja stacji i przystanków osobowych na odcinku linii nr 47, którego dotyczy poniższy projekt.

Tabela 3-2 Lokalizacja stacji i przystanków osobowych Podkowa Leśna Główna – Grodzisk Mazowiecki Radońska linii kolejowej nr 47.

Lp.	Punkt odprawy podróжных	Rodzaj punktu odprawy	Oś [km]	Lokalizacja	
1.	PODKOWA LEŚNA GŁÓWNA	Stacja	25+840	Podkowa Leśna	grodziski
2.	Podkowa Leśna Zachodnia	przystanek osobowy	27+340	Podkowa Leśna	grodziski
3.	Kazimierówka	przystanek osobowy	28+870	Brwinów	pruszkowski
4.	Brzózki	przystanek osobowy	30+230	Milanówek	grodziski
5.	Grodzisk Mazowiecki Okrężna	przystanek osobowy	30+870	Grodzisk Mazowiecki	grodziski
6.	Grodzisk Mazowiecki Piaskowa	przystanek osobowy	31+940	Grodzisk Mazowiecki	grodziski
7.	Grodzisk Mazowiecki Jordanowice	przystanek osobowy	32+610	Grodzisk Mazowiecki	grodziski
8.	GRODZISK MAZOWIECKI RADOŃSKA	Stacja	32+630	Grodzisk Mazowiecki	grodziski

Badany odcinek linii kolejowej nr 47, pod względem form ochrony przyrody, analizowano w odległości 500 m od osi toru względem osi linii kolejowej.

Tabela 3-3 stanowi wykaz obszarów ochrony przyrody względem osi linii kolejowej.

Tabela 3-3 Wykaz form ochrony przyrody (w odl. 500 m od osi toru)

od km	do km	Forma ochrony przyrody
24+600	28+975	Warszawski Obszar chronionego krajobrazu
29+930	30+080	
24+600	24+950	Pomniki przyrody w zakresie od 70 do 500 m
25+160	25+850	Leśny Park Miejski w Mieście-Ogrodzie Podkowie Leśnej - Zespół przyrodniczo krajobrazowy
25+350	25+710	Rezerwat Parów Sójek
26+150	26+200	Pomnik przyrody – drzewo od 477 m
27+450		Pomnik przyrody – drzewo 237 m
27+970		Pomnik przyrody – drzewo 400 m
32+200		Pomniki przyrody – drzewo 320 m
32+440		Pomnik przyrody – drzewo 480 m
32+632		Pomnik przyrody – drzewo 428 m

Lokalizacja ww. obszarów znajduje się na Załączniku nr 9.

3.3.1 Wyniki wizji terenowej

Podczas wizji terenowej przeprowadzonej w marcu 2017 r dokonano obserwacji wzdłuż linii kolejowej w poszukiwaniu przejawów niekorzystnych zjawisk mogących występować w podtorzu.

W Tabeli 3-4 zestawiono obiekty inżynierskie znajdujące się na trasie linii kolejowej nr 47 na analizowanym odcinku.

Tabela 3-4 Wykaz obiektów inżynierskich, LK 47 na odcinku Podkowa Leśna – Grodzisk Mazowiecki

km	Rodzaj obiektu	Przeszkoda	Opis	Światło przepustu (poziome)	Długość przepustu (w poprzek torów) lub dł. całkowita mostów i wiaduktów	Wysokość nasypu nad przepustem (z podsypką)	Ilość przęseł i ich rozpiętość
25+356	most	Rzeka struga (wg. arch.)	Płyty z betonu zbrojonego swobodnie podparte osobno dla każdego toru z jazdą na tłuczniu, rok budowy 1927		14,3 , płyta 6,2 szerokość 6,3		1x5,02
25+735	przepust		Nie stwierdzono konstrukcji, zasypyany w 100% lub po obu stronach w czasie przebudowy peronów				
26+652	przepust	rów	masywna rura z betonu zbrojonego, ścianki czołowe 2,6	1	11	0,85	
27+512	most	ciek	Płyty z betonu zbrojonego swobodnie podparte z jazdą na tłuczniu , rok budowy 1927		10,6 , płyta 5,1x4		1x4
28+495	most	ciek	Płyty z betonu zbrojonego swobodnie podparte z jazdą na tłuczniu , rok budowy 1927, obok ułożone drugie przęsło bez tłucznia		10,6 , płyta 6,2x5		1x5
29+151	przepust	ciek	Konstrukcja z masywnej płyty z betonu zbrojonego na czynnym torze natomiast na szerokości nasypu pod drugi tor ułożono 3 płyty drogowe 1x3x0,18	1,2	8	0,6	
29+987	most	Rzeka Rokitnica	2 płyty z betonu zbrojonego swobodnie podparte osobno dla każdego toru z jazdą na tłuczniu dla jednego toru, rok budowy 1927		12,7		2x5,06
31+532	przepust	rów	masywna rura z betonu zbrojonego, ścianki czołowe 2,6	1	11	0,86	
32+145	most	rzeka Rokicianka	masywna płyta dwudźwigarowa swobodnie podparta z betonu zbrojonego, z jazdą na tłuczniu	6,96	14,55 , płyta 8,2		1x7,75
32+167	przepust	rów	masywna rura z betonu zbrojonego	1	15	2,1	

Zdjęcia wykonano podczas wizji terenowej dnia 30.03.2017 roku.



km 24+700



km 25+200

Fotografia 3-1 Zdjęcia z wizji terenowej



km 26+100



km 26+500



km 26+700 (deformacja toru)



km 27+400



km 28+200



km 28+800

Fotografia 3-2 Zdjęcia z wizji terenowej



km 29+200



km 30+000



km 30+400



km 30+800



km 31+400



km 32+200

Fotografia 3-3 Zdjęcia z wizji terenowej

4. Warunki geologiczne i hydrogeologiczne rejonu badań

4.1 Budowa geologiczna

Budowę geologiczną terenu badań rozpoznano wstępnie na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1: 50 000 arkusz: Grodzisk Mazowiecki oraz archiwalnych otworów badawczych bazy geologiczno-inżynierskiej i hydrogeologicznej (Załącznik 8). Lokalizację analizowanego odcinka LK nr 47 na mapie geologicznej wskazano na Załączniku 3.

Według informacji archiwalnych, na analizowanym obszarze, na głębokości ok. 240 m p.p.t, stwierdzono występowanie skał kredy górnej, reprezentowanych przez piaskowce drobnoziarniste.

Osadów Paleogenu reprezentowane są przez oligoceńskie piaski, mułki, ropy i żwiry z glaukonitem i fosforitami. Strop ich zalega na głębokości 170-190 m. W Neogenie występują mioceńskie piaski i mułki z węglem brunatnym o miąższości nieprzekraczającej 50m. Powyżej nich zalegają plioceńskie ropy, mułki i piaski o miąższości 30 do 170m. Skutkiem zaburzeń glacytektonicznych, strop tych osadów charakteryzuje się znaczącymi deniwelacjami, dochodzącymi do 120m. Osady tego wieku w rejonie planowanej inwestycji nie pojawiają się na powierzchni terenu.

W Plejstocenie, osady zalegające w podłożu, powstały w trakcie preglacjału oraz zlodowaceń: najstarszych (zlodowacenie Narwi), południowopolskich, środkowopolskich i północnopolskich, oraz w interglacjałach.

Osady preglacjałne to piaski, żwiry i mułki o miąższości od ok 15 do ok 40m. W trakcie zlodowacenia najstarszego lodowiec pozostawił gliny zwałowe, zachowane w obniżeniach strukturalnych i erozyjnych. W interglacjałach augustowskim powstały osady rzeczne w postaci piasków różnoziarnistych z domieszką żwirów o zmiennej miąższości (od 10 do 60m). W zlodowaceniu południowopolskim zostały zdeponowane dwa poziomy glin zwałowych, rozdzielone ropy, mułkami i piaskami zastoiskowymi o miąższości do 20m oraz piaskami i żwirami wodnolodowcowymi o miąższości od kilku do 35 m. Interglacjał wielki reprezentowany jest przez piaski ze żwirem o miąższości od kilkunastu do 40 m. W trakcie zlodowaceń środkowopolskich wyróżnia się dwa poziomy glin zwałowych, osady wodnolodowcowe i zastoiskowe. Pozostałość po interglacjałach eemskim to lokalnie występujące osady jeziorne wykształcone w postaci gytii, mułków i piasków o miąższości do kilkunastu metrów (na północny-zachód od planowanej inwestycji). Osady zlodowaceń najmłodszych to osady tarasów rzecznych nadzalewowych o miąższości od 1 do 15m oraz piaski stożków napływowych o miąższości nieprzekraczającej kilku metrów.

Kolejno pojawiły się na tym obszarze piaski, żwiry i mułki genezy deluwialnej, o miąższości od 1 do kilku metrów oraz eluwia piaszczyste glin zwałowych o miąższości do 1,0 m.

Holocenijskimi osadami są piaski eoliczne w wydmach oraz z formie nieregularnych płatów niewielkiej miąższości oraz piaski, namuły i torfy wypełniające doliny i zagłębienia bezodpływowe o miąższości od 0,5 do 1,5 m, sporadycznie 2,5 m.

Poniżej w tabeli 4-1 przedstawiono spodziewane w podłożu warstwy geologiczne w nawiązaniu do kilometrażu LK 47 na odcinku Podkowa Leśna – Grodzisk Mazowiecki (sporządzono na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej w skali 1:50 000). Karty archiwalnych otworów hydrogeologicznych oraz geologiczno-inżynierskich stanowią Załącznik 8.

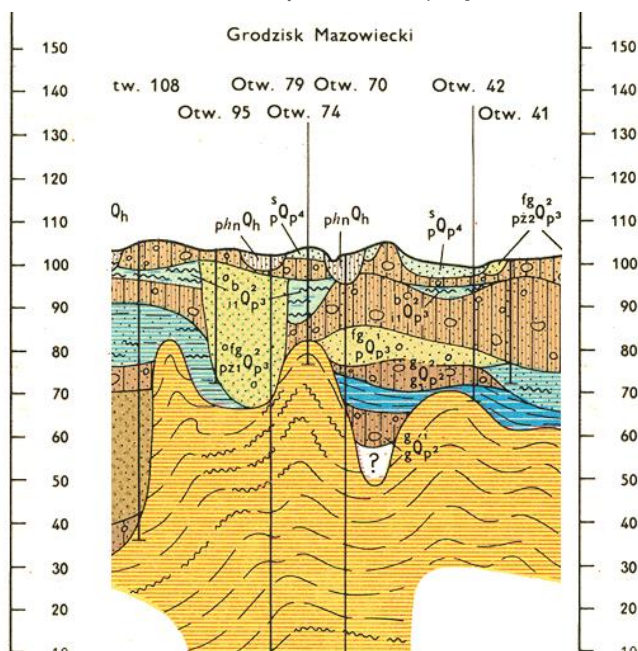
Tabela 4-1 Wykaz wydzieleni geologicznych wg SMGP w skali 1:50 000 na odcinku LK 47 od Podkowy Leśnej do Grodziska Mazowieckiego

Kilometraż		Wydzielenie wg SMGP 1:50 000	Litologia	Wiek
Od km	Do km			
24+600	24+890	p _{z1} ^{f9} Q ₂ ^p ³	Piaski i żwiry wodnolodowcowe	Plejstocen zl. środkowoeuropejskie
24+890	25+380	p _{z2} ^{f9} Q ₂ ^p ³	Piaski i żwiry wodnolodowcowe górne	Plejstocen zl. środkowoeuropejskie
25+380	25+790	Q ^w	Piaski eoliczne w wydmach	Plejstocen / holocen
25+790	26+025	p _{z2} ^{f9} Q ₂ ^p ³	Piaski i żwiry wodnolodowcowe górne	Plejstocen zl. środkowoeuropejskie

Kilometraż		Wydzielenie wg SMGP 1:50 000	Litologia	Wiek
Od km	Do km			
26+025	26+450	p ^e Q	Piaski eolityczne	Plejstocen / holocen
26+450	26+675	p _z ^{2f9} Q ² p ³	Piaski i żwiry wodnolodowcowe górne	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie
26+675	26+790	Q ^w	Piaski eoliczne w wydmach	Plejstocen / holocen
26+790	27+130	p _z ^{2f9} Q ² p ³	Piaski i żwiry wodnolodowcowe górne	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie
27+130	27+310	Q ^w	Piaski eoliczne w wydmach	Plejstocen / holocen
27+310	27+575	p _z ^{2f9} Q ² p ³	Piaski i żwiry wodnolodowcowe górne	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie
27+575	27+710	phnQ ^h	Piaski humusowe i namuły	Holocen
27+710	28+130	p _z ^{2f9} Q ² p ³	Piaski i żwiry wodnolodowcowe górne	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie
28+130	28+490	t/phn	Torfy na piaskach humusowych i namulach	Holocen
28+490	28+550	phnQ ^h	Piaski humusowe i namuły	Holocen
28+550	28+920	p _z ^{2f9} Q ² p ³	Piaski i żwiry wodnolodowcowe górne	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie
28+920	29+160	phnQ ^h	Piaski humusowe i namuły	Holocen
29+160	29+310	p _z ^{2f9} Q ² p ³	Piaski i żwiry wodnolodowcowe górne	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie
29+310	29+450	p _z ^{9s} Q ² p ³	Piaski, żwiry i glazy form szczelinowych	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie
29+450	29+580	p _z ^{2f9} Q ² p ³	Piaski i żwiry wodnolodowcowe górne	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie
29+580	29+660	phnQ ^h	Piaski humusowe i namuły	Holocen
29+660	29+800	p _z ^{9s} Q ² p ³	Piaski, żwiry i glazy form szczelinowych	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie
29+800	29+970	g ⁹ Q ² p ³	Gliny zwałowe	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie
29+970	30+140	phnQ ^h	Piaski humusowe i namuły	Holocen
30+140	31+180	p/g	Piasek na glinach zwałowych	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie
31+180	31+990	p ^s Q ^p ⁴	Piasek stożków napływowych	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie
31+990	32+110	g ⁹ Q ² p ³	Gliny zwałowe	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie
32+110	32+240	phnQ ^h	Piaski humusowe i namuły	Holocen
32+240	32+630	p ^s Q ^p ⁴	Piasek stożków napływowych	Plejstocen zl.środkowoeuropejskie

Poniżej zamieszczono archiwalny przekrój geologiczny (wg. SMGP w skali 1:50 000, arkusz Grodzisk Mazowiecki). Lokalizację przekroju zawiera Załącznik 3.

Rysunek 4-1 Przekrój geologiczny w rejonie planowanej inwestycji, wg SMGP w skali 1:50 000, arkusz Grodzisk Mazowiecki. (objaśnienia jak w Tabela 4-1 wysokość w m. n.p.m.)



Rodzaj osadów rozpoznanych w trakcie wierceń badawczych zawierają kartę otworów (Załącznik 10) oraz przekroje geologiczno-inżynierskie (Załącznik 12).

4.2 Warunki hydrogeologiczne

Według podziału regionalnego zwykłych wód podziemnych Polski (Paczyński, 1995) analizowany obszar znajduje się w regionie mazowieckim, subregionie centralnym.

Występują tu dwa piętra wodonośne:

- piętro trzeciorzędowe – poziom oligoceński ma znaczenie użytkowe. Zwierciadło ma charakter naporowy, jest to poziom izolowany od powierzchni. Poziomy plioceniński i mioceniński związane są z przewarstwieniami w kompleksie ilastym i nie mają znaczenia użytkowego.
- piętro czwartorzędowe – są tu jeden lub dwa poziomy wodonośne, lokalnie, w dolinach kopalnych trzy poziomy. Utwory wodonośne to piaski i żwiry wodnolodowcowe. Zwierciadło wody na charakter swobodny lub napięty. Utwory wodonośne mają zróżnicowaną wartość współczynnika filtracji od około 10 do 40 m/d. Zasilanie poziomów czwartorzędowych następuje przez infiltrację wód opadowych oraz dopływ boczny w rejonie rynien glacialnych, ewentualnie w wyniku przesączania przez leżące powyżej osady półprzepuszczalne.

Linia kolejowa 47 na omawianym odcinku przebiega w rejonie trzech jednostek hydrogeologicznych: $(4 \frac{bQ}{Tr} I)$ (km: 29+600 do 32+600), $(2 \frac{aQ}{Tr} II)$ (km: od 24+600 do 27+100 i od 27+500 do 29+600), lokalnie $7 \frac{Q}{cTr} I)$ (km: od 27+100 do 27+500) (Załącznik 4).

Według Kleczkowskiego (1990) linia kolejowa nr 47 znajduje się na obszarze głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP) nr 215A – Subniecka Warszawska. Powierzchnia zbiornika wynosi 17 500 km², a zasoby dyspozycyjne szacowane są na 145 000 m³/d.

5. Zakres wykonanych prac

Zakres wykonanych prac obejmował opracowanie **studium geologiczno-inżynierskiego** na podstawie przeprowadzonych badań geologicznych i geotechnicznych w tym:

- badań georadarowych;
- wierceń geotechnicznych;
- dodatkowych prac i badań terenowych;
- badań laboratoryjnych.

Prace geologiczno-geotechniczne zostały wykonane zgodnie z OPZ.

Warunki gruntowe występujące w podtorzu ilustrują wykonane przekroje georadarowe (Załącznik 11), karty otworów wiertniczych (Załącznik 10) oraz przekroje geologiczno-inżynierskie (Załącznik 12).

Na podstawie wyników prac terenowych wykonano bazę danych otworów i sondowań (Załącznik 10). Lokalizacja wykonanych wierceń i została przedstawiona na mapie dokumentacyjnej (Załącznik 2). Zakres wykonanych badań laboratoryjnych zestawiono w tabeli wyników badań laboratoryjnych (Załącznik 13).

5.1 Analiza materiałów geologicznych

Analizując pozyskane archiwalne materiały geologiczne, geotechniczne i hydrogeologiczne, uwagę skoncentrowano na budowie geologicznej, warunkach hydrogeologicznych, oraz ocenie warunków gruntowo - wodnych. Szczegóły dotyczące budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych zostały przedstawione w rozdziale 4.

Analiza przebiegu odcinków linii kolejowej na tle mapy geologicznej obrazującej przypowierzchniową budowę geologiczną (Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów w skali 1:25 000) pozwoliła na wstępne wytypowanie odcinków przebiegających przez tereny o skomplikowanych warunkach gruntowych oraz na wyznaczenie odcinków problematycznych.

Przeanalizowane zostało również występowanie na trasie linii kolejowych i jej bezpośrednim sąsiedztwie terenów osuwiskowych i zagrożonych masowymi ruchami ziemi oraz terenów zagrożonych podtopieniami (Załącznik 5 i 6)

Na podstawie danych dotyczących obszarów i terenów górniczych zawartych w bazie MIDAS, przeanalizowano występowanie na trasie linii kolejowych i ich bezpośrednim sąsiedztwie działalności górniczej.

5.2 Badania georadarowe

Celem pomiarów georadarowych było wskazanie miejsc do dalszych badań geotechnicznych. Kryterium wyboru takich miejsc były anomalie w zapisie georadarowym wskazujące na niejednorodności gruntów podłoża.

Idea badań geofizycznych z użyciem systemów georadarowych opiera się na zjawisku odbicia fal elektromagnetycznych o wysokich częstotliwościach, emitowanych za pomocą specjalnych anten nadawczych w głąb ośrodka geologicznego. Odbite fale są odbierane przez antenę odbiorczą i archiwizowane przy użyciu odpowiednio skonfigurowanych systemów rejestracji. Emisja i odbiór fal prowadzony jest impulsowo. System georadarowy - w określonym przedziale czasowym - prowadzi rejestrację fal odbitych od powierzchni i z wnętrza ośrodka w głąb, którego emitowane są fale. Tłumienie energii, zmiana fazy i częstotliwości oraz czas powrotu odbitej fali radarowej zależą od własności fizycznych ośrodka, z których główną rolę odgrywają: oporność elektryczna (tłumienie energii) i stała dielektryczna (powstawanie fal odbitych).

Istotny wpływ na możliwości prospekcji radarowej ma oporność elektryczna badanego ośrodka. Im oporność elektryczna jest niższa, tym większe tłumienie fali oraz spadek zasięgu prospekcji radarowej i odwrotnie. Im wyższa oporność elektryczna, tym głębokość prospekcji radarowej wzrasta. W praktyce przyjmuje się, że dobre warunki dla prospekcji radarowej występują dla oporności ośrodka powyżej 100 Ωm . Na analizowanym odcinku linii 47 w podłożu dominują gruntu sypkie o wysokiej oporności el. (>100 Ωm)

Zarejestrowany w trakcie profilowania georadarowego obraz falowy nie pozwala na jednoznaczną identyfikację źródeł refleksów. Dlatego zachodzi konieczność **ostatecznej weryfikacji wyników przy użyciu metod bezpośrednich (wiercenia, wykopy, odkrywki i/lub sondowania)**.

Dokładna idea metody georadarowej jest opisana w pracach: Jol (2009) i Karczewski (2007)

[JOL H.M. (ed.), 2009 - Ground Penetrating Radar: Theory and Application, 1st ed., Elsevier

KARCZEWSKI J., 2007 - Zarys metody georadarowej, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Wydanie I, Kraków]

Do wykonania badań metodą profilowania zastosowano zestaw georadarowy MALÅ GroundExplorer (GX) przy użyciu anteny ekranowanej 160MHz.

Pomiary wykonano po stronie północnej od obecnego jednego toru między Podkową Leśną, a Grodziskiem Mazowieckim..

Przebieg profilu georadarowych domierzono do słupków kilometrażowych rozmieszczonych wzdłuż toru.

Wybrane ustawienia pomiarów przedstawiono w Tabeli 5-1

Tabela 5-1 Wybrane ustawienia pomiarów

Parametry	Wartość
wzbudzenie sygnału	z kółka dystansowego, co 1 cm.
liczba próbek	450
okno czasowe (ns)	200 ns
podział profilu na odcinki	pomiary wykonywana wzdłuż odcinków o długościach 1 km, domierzone do słupków odległościowych

Maksymalny zasięg głębokościowy badań w zastanych warunkach sięgał do ok. 5-6 m poniżej powierzchni terenu. System rejestracji danych georadarowych wyposażony był w komputer przenośny wraz oprogramowaniem przeznaczonym do akwizycji, analizy i uproszczonego przetwarzania danych w trakcie wykonywania pomiarów. Głębokość prospekcji sięgnęła maksymalnie 5-6 m p.p.t

Obraz falowy (echogram), odzwierciedlający wewnętrzną budowę ośrodka, opracowano za pomocą programu RadExplorer używając następujących filtrów:

- Move starttime - korekcję czasu pierwszego wstąpienia
- DC-shift - usuwanie stałej składowej sygnału georadarowego
- Background Removal - usuwanie szumu losowego
- Dekonwolucja - usunięcie wpływu tłumienia fali elektromagnetycznej i zakłóceń wynikających z niejednorodności ośrodka
- Filtracja częstotliwości – usunięcie szumów i wzmocnieniu sygnału wybranego zakresu częstotliwości fal
- wzmocnienie AGC.

Szczegółowy opis badań podano w Rozdziale 6.2. Wyniki badań umieszczono na przekrojach geofizycznych (Załącznik 11).

5.3 Wiercenia geotechniczne

Przyjęto następujący rozstaw punktów dokumentacyjnych (jak dla etapu projektu budowlanego):

- dla linii kolejowych rozstaw: dla warunków prostych i złożonych co 100 m, naprzemiennie w torze istniejącym i w miejscu planowanego toru drugiego.

- rozstaw punktów pokazany jest na mapie dokumentacyjnej (Załącznik 2), otwory dla linii kolejowej są oznaczone kilometrażem, natomiast dla obiektów kilometrażem osi obiektu oraz symbolem **Ob**. Otwory wykonane w miejscu anomalii zlokalizowanych w trakcie badań georadarowych oznaczone są symbolem **a** i kilometrażem.
- dla obiektów inżynierskich zgodnie z Tab. 4-4 I-go.
- dla anomalii georadarowych - 1 otwór badawczy w rozstawie maksymalnym 50 m.

Otwory wykonane w podłożu gruntowym i podtorzu miały głębokość min. 3 m p.p.t., otwory były przegłębiane z uwagi na występowanie w podłożu gruntów słabych.

Opisy wykonanych wierceń badawczych zawierają karty otworów Załącznik 10.

W czasie wierceń pobrano próbki gruntów oraz prowadzono na bieżąco analizę makroskopową próbek wydobywanych z otworów wiertniczych. Wykonywano również pomiary i obserwacje zwierciadła wody gruntowej, aż do momentu ustabilizowania się jego poziomu w otworze. W trakcie wiercenia pobierano próbki klasy jakości 3 zgodnie z kategorią B do wykonania badań laboratoryjnych.

Próbki gruntu kategorii B pobierano świdrem ręcznym do podwójnych worków plastikowych. Wszystkie próbki posiadały etykiety z datą pobrania, numerem otworu, głębokością pobrania i kategorią próbki. Wszystkie próbki zaliczono do klasy jakości 3.

Dla linii kolejowej 47 na analizowanym odcinku wykonano 122 otwory wiertnicze o łącznym metrażu 472 mb o głębokości 3,0 do 6,0 m.

5.4 Sondowania geotechniczne

Sondowanie DPL

Sondowania dynamiczne sondą lekką DPL zostały wykonane w przypadku stwierdzenia występowania w podłożu gruntów niespoistych o miąższości powyżej 0,5 m.

Sondowania wykonano zostaną przy użyciu końcówki stożkowej. Wymiary stożka jak i przebieg badania są zgodne ze standardami międzynarodowymi i wymogami normy [10]. Otrzymane bezpośrednio z badań wykresy parametrów sondowań zostały zweryfikowane w oparciu o analizę przebiegu wykresu zmian parametrów sondowań w badanym profilu gruntowym. Z otrzymanych wyników sondowań określony został parametr N_{10} , na podstawie którego (oraz analizy profili wierceń geologicznych), wyznaczono warstwy geologiczno-inżynierskie, scharakteryzowane przez parametr gruntowy - stopień zagęszczenia I_D . Sondowania prowadzono do wartości krytycznej dla tej metody, tj. $N_k = 60$ (liczba uderzeń na 10 cm wępu końcówki). Wyniki sondowań zawiera Załącznik nr 10b.

Badanie sondą krzyżakową SLVT

Wymiar końcówki sondy krzyżakowej i przebieg badania są zgodne ze standardami międzynarodowymi i wymogami normy [10]. Na podstawie badań sondą obrotową wyznaczono wartości wytrzymałości na ścinanie bez odpływu (τ_{max}). Sondowania wykonano w interwale nie mniejszym niż co 0,5 m, ze względu na możliwość naruszenia struktury gruntu w takiej strefie. Załącznik nr 10b.

Badanie modułu wtórnego odkształcenia

W celu określenia wtórnego modułu odkształcenia wykonano badania płytą dynamiczną o średnicy 300mm w ilości ok. 27 sztuk (co ok. 300 m) oraz zastosowano korelację w stosunku do wskaźnika zagęszczenia uzyskanego z sondowań DPL.

Tabela 5-2 zawiera wyniki badań płytą dynamiczną.

Tabela 5-2 Wyniki badań płytą dynamiczną

Numer i miejsce	Wartość średnia osiadań s [mm]	Moduł odkształcenia dynamicznego E_{vd} [MN/m ²]	Moduł wtórnego odkształcenia E_2 [MN/m ²]
24+700	1,01	33	66
25+000	1,03	32	64
25+300	1,00	34	68
25+600	1,38	22	44
25+900	0,98	35	70
26+200	0,99	34	68
26+500	1,01	33	66
26+800	1,05	31	62
27+100	1,02	32	64
27+400	1,38	21	42
27+700	1,28	26	52
28+000	1,00	34	68
28+300	1,01	33	66
28+600	1,53	15	30
28+900	1,48	17	34
29+200	1,58	14	28
29+500	1,00	33	66
29+800	0,99	34	67
30+100	1,43	20	40
30+400	1,45	18	36
30+700	1,47	17	34
31+000	1,38	22	44
31+300	0,98	35	70
31+600	0,99	34	68
31+900	1,01	32	64
32+200	0,98	35	69
32+500	0,99	34	68

5.5 Badania laboratoryjne

Charakterystykę warunków gruntowych przeprowadzono na podstawie analizy dostarczonych próbek, to jest: analiz makroskopowych, badań laboratoryjnych oraz obliczeń inżynierskich, zgodnie z normami: PN-81/B-03020, PN-86/B-02480, PN-88/B-04481.

Badania laboratoryjne wykonywano na próbkach pobranych z otworów geotechnicznych w czasie prowadzenia wierceń. Zgodnie z tabelą 4-8 lgo-1 zachowane zostały zasady kategorii pobierania próbek i odpowiadające im klasy jakości.

Lokalizacja pobranych próbek jest zgodna z lokalizacją otworów badawczych (Załącznik 2) i umieszczona na kartach otworów badawczych.

Badania laboratoryjne obejmowały:

- opis makroskopowy pobranych próbek,
- oznaczenie wilgotności naturalnej,
- granic konsystencji i stopnia plastyczności gruntów,
- analiza składu granulometrycznego.

Wytypowanie próbek do badań laboratoryjnych przebiegało w czterech etapach:

- I etap - w trakcie wykonywania prac geologicznych geolog dozorujący otwór badawczy na bieżąco wykonywał opis makroskopowy przewierczanych warstw gruntów. Wszystkie opisy makroskopowe wykonywane w trakcie wiercenia zostały zamieszczone w kartach otworów badawczych – Załącznik 10.
- II etap – w trakcie wykonywania wierceń badawczych z każdej nawierconej warstwy o odmiennej litologii została pobrana próbka gruntu.
- III etap – w laboratorium dla wszystkich próbek pobranych w II etapie została wykonana powtórnie analiza makroskopowa. Na podstawie wyników tej analizy zostały wytypowane reprezentatywne próbki do określenia cech fizycznych gruntów, które stanowią 20% wszystkich pobranych próbek w etapie I.
- IV – etap – oznaczono cechy fizyczne wytypowanych próbek gruntów z etapu III. Wyniki oznaczeń cech fizycznych zostały zestawione w formie tabelarycznej – Załącznik 13.

Analiza makroskopowa wykonana została w trakcie wierceń zgodnie z PN-B-04481:1988 p. 3. Objęła ona określenie rodzaju, stanu, barwy oraz wilgotności gruntu. Symbol gruntu został określony zgodnie z PN-B-04481:1988 oraz PN-EN-ISO-14688-2:2006.

Wilgotność w została określona zgodnie z PN-B-04481:1988 p. 5.1. Wykonano 12 oznaczeń.

Analiza granulometryczna została wykonana zgodnie z PN-B-04481:1988 pkt. 4.1 - analiza sitowa (wykonano 7 oznaczeń) i pkt. 4.2 – analiza areometryczna. Wykonano 6 oznaczeń.

Stan gruntu oznaczony został w oparciu o wartości wilgotności naturalnej oraz granic konsystencji gruntu – plastyczności w_p i płynności w_L . Granicę plastyczności oznaczono zgodnie z PN-B-04481:1988 p. 5.5, a granicę płynności zgodnie z PN-B-04481:1988 p. 5.6.4 oraz 5.6.2. Wynik badania przedstawiono jako wartości granic w_L i w_p oraz wartość stopnia plastyczności I_L . Wykonano 6 oznaczeń.

Opisy badań laboratoryjnych wykorzystano do ustalenia jednorodnych warstw gruntów. Wyniki wykonanych badań laboratoryjnych w formie tabelarycznej zawiera Załącznik 13, wartość I_L uzyskaną z badań laboratoryjnych umieszczono na kartach otworów (Załącznik 10), wydzielone warstwy geotechniczne przedstawiają karty otworów oraz przekroje geotechniczne (Załącznik 10 i 12).

6. Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich

6.1 Geozagrożenia

Analizie poddano następujące obszary występowania geozagrożeń i procesów geodynamicznych:

- obszary narażone na ryzyko wystąpienia podtopień,
- obszary predysponowane do wystąpienia osuwisk,
- obszary działalności górniczej.

6.1.1 Obszary zagrożone podtopieniami

Na terenie, przez który przebiega linia kolejowa 47 na odcinku Podkowa Leśna – Grodzisk Mazowiecki, nie zostały zidentyfikowane obszary zagrożone podtopieniami.

Przebieg linii kolejowej na tle obszarów zagrożonych podtopieniami przedstawiono na mapie geozagrożeń - Załącznik 6.

6.1.2 Obszary predysponowane do osuwisk

Obszary osuwiskowe – obszary, na których występują procesy grawitacyjnego przemieszczania się mas ziemi ze stoków. Procesy te to: spłyzywanie i osuwanie. Istotnym kryterium powstawania danego procesu osuwiskowego jest budowa geologiczna i rzeźba terenu (geomorfologia). Najczęściej zachodzą one na terenach o dużych spadkach, takich jak zbocza dolin rzecznych, krawędzie wysoczyzn, wybrzeża morskie i górskie zbocza czy rynny zboczowe. Masowe ruchy ziemi są bardzo niebezpieczne dla budownictwa i niejednokrotnie powodują bardzo duże straty.

Na terenie, przez który przebiega linia kolejowa 47 na odcinku Podkowa Leśna – Grodzisk Mazowiecki, nie zostały zidentyfikowane obszary zagrożone powierzchniowymi ruchami masowymi.

6.1.3 Lokalizacja linii w zakresie szkód górniczych

Na terenie, przez który przebiega linia kolejowa 47 na odcinku Podkowa Leśna – Grodzisk Mazowiecki, przemysł wydobywczy ogranicza się do eksploatacji złóż kopalin okruchowych o niewielkim rozprzestrzenieniu. Lokalizację złóż kruszyw naturalnych (kopalin okruchowych) zawiera Załącznik 7.

6.2 Wyniki badań georadarowych

Przy interpretacji otrzymanych wyników pomiarów georadarowych zwracano uwagę na:

- niejednorodności warstw podłoża (wyklinowanie granic geol.)
- przerwanie ciągłości refleksów
- wzmocnienie sygnału fali el.-mag.
- tłumienie sygnału fali el.-mag.

Wytypowane miejsca do rozpoznania geotechnicznego przedstawiono w tabeli 6-1

Tabela 6-1 Zestawienie obszarów do rozpoznania geotechnicznego i jego wynik

l/p	POCZĄTEK STREFY [m]	KONIEC STREFY [m]	Wynik rozpoznania
1	25+560	25+600	Wykonano otwór badawczy a_25+580 – anomalia niepotwierdzona
2	25+740	25+800	Wykonano otwór badawczy a_25+770 – anomalia niepotwierdzona
3	26+100	26+220	Wykonano otwory badawcze a_26+125, a_26+175, w 26+200 istniejący otwór – anomalia niepotwierdzona
4	26+890	26+920	Istniejący otwór badawczy 26+900 – anomalia niepotwierdzona

l/p	POCZĄTEK STREFY [m]	KONIEC STREFY [m]	Wynik rozpoznania
5	27+680	27+710	Istniejący otwór badawczy 27+700 – anomalia niepotwierdzona
6	29+060	29+140	Wykonano otwory badawcze a_29+075, 29+125, w 29+100 istniejący otwór – anomalia niepotwierdzona
7	30+405	30+450	Wykonano otwór badawczy a_30+430 – anomalia niepotwierdzona
8	30+740	30+790	Wykonano otwór badawczy a_30+765 – anomalia niepotwierdzona
9	31+050	31+100	Wykonano otwór badawczy a_31+075 – anomalia niepotwierdzona
10	31+180	31+220	Istniejący otwór badawczy 31+200 – anomalia niepotwierdzona
11	32+180	32+225	Istniejący otwór badawczy 32+200 – anomalia niepotwierdzona

Wyróżnione strefy anomalne są głównie efektem zmiany litologii osadów podłoża oraz rozluźnieniem warstw osadów sypkich pochodzenia eolicznego lub osadów stożków napływowych.

Należy podkreślić, iż metoda georadarowa jest metodą geofizyczną, nieinwazyjną (wykonywaną z powierzchni terenu). Zarejestrowany w trakcie profilowania georadarowego obraz falowy nie zawsze pozwala na jednoznaczną identyfikację anomalii. Ostateczna weryfikacja wyników powinna być wykonana przy użyciu metod bezpośrednich (np. wierceń, wykopów, odkrywek lub sondowań).

6.3 Stopień skomplikowania warunków gruntowych

Bazując na rozpoznanych warunkach gruntowo – wodnych, wizji terenowej itd. dokonano określenia warunków gruntowych na omawianym odcinku linii kolejowej nr 47 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. z 2012 Nr 81 poz. 463).

W poniższej Tabeli 6-2 przedstawiono zestawienie wydzielonych warunków gruntowych zgodnie z ww. Rozporządzeniem.

Tabela 6-2 Zestawienie wydzielonych warunków gruntowych

lp.	Km początku	Km końca	Długość [km]	Warunki gruntowe
1	24+600	25+600	1,0	złożone
2	25+600	26+300	0,7	proste
3	26+300	29+900	3,6	złożone
4	29+900	31+900	2	proste
5	31+900	32+600	0,7	złożone

Warunki wodno-gruntowe określono jako złożone dla tych odcinków inwestycji, gdzie w podłożu występują piaski wodnolodowcowe w stanie średniozagęszczonym, piaski eoliczne w stanie średniozagęszczonym oraz gliny w stanie plastycznym i twaroplastycznym, a do głębokości rozpoznania tj. do 3 m p.p.t. występuje zwierciadło wody podziemnej o charakterze swobodnym. Na pozostałych odcinkach ustalono proste warunki gruntowe.

Zwraca się uwagę na fakt, iż poziom tego zwierciadła może ulegać wahaniom w zależności od intensywności opadów.

Dane archiwalne oraz obecne badania wskazują, że na tym obszarze zwierciadło wody zalegać może na poziomie od ok. 95 do ok 110 m n. p. m., a kierunek spływu wód podziemnych odbywa się w kierunku północnym i północno-zachodnim.

6.4 Warstwy geotechniczne

Na podstawie wykonanych badań terenowych i laboratoryjnych wydzielono warstwy geotechniczne wraz z parametrami geotechnicznymi. Wydzielone warstwy geotechniczne zostały przypisane warstwom przewierczanych gruntów na kartach otworów w Załączniku 10.

Układ wydzielonych warstw geotechnicznych w podłożu linii kolejowej przedstawiono na syntetycznych przekrojach geologiczno-inżynierskich (Załącznik 12).

W Tabeli 6-3 i Tabeli 6-4 podano przedziały wartości parametrów geotechnicznych w poszczególnych warstwach.

Zwraca się uwagę na fakt, że stan części stropowej warstwy gruntów spoistych, występujących w podłożu, może być zależny od intensywności opadów w okresie poprzedzającym roboty ziemne.

W załączniku 14 przedstawiono zbiorcze zestawienie wydzielonych warstw geotechnicznych w poszczególnych otworach wiertniczych z wartościami modułów odkształcenia oraz klasyfikację jakości gruntów wg Id-3.

Tabela 6-3 Schemat warstw geotechnicznych wraz z parametrami geotechnicznymi – grunty antropogeniczne

Rodzaj gruntu	Numer warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntów	Stopień Zagęszczenia I _D [-]	Stopień Plastyczności I _L [-]	Moduł pierwotnego odkształcenia E ₀ [MPa]	Moduł wtórnego odkształcenia E [MPa]	Stan	
Grunty antropogeniczne (nasyp)	nl	Tł, Żu	-	-	96,0-108,0	96,0-108,0	-	
	niespoiste	nla-1	Pd, Pπ	0,25-0,33	-	29,0-33,0	36,3-41,3	ln
		nla-2	Ps, Pr	0,25-0,33	-	50,0-59,0	55,6-65,6	
		nla-3	Po, Ż	0,25-0,33	-	96,0-108,0	96,0-108,0	
		nlb-1	Pd, Pπ	0,34-0,67	-	33,0-62,0	41,3-77,5	szg
		nlb-2	Ps, Pr	0,34-0,67	-	59,0-105,0	65,6-116,7	
		nlb-3	Po, Z	0,34-0,67	-	108,0-170,0	108,0-170,0	
		nlc-1	Pd, Pπ	0,68-0,80	-	62,0-77,0	77,5-96,3	zg
		nlc-2	Ps, Pr	0,68-0,80	-	105,0-129,0	116,7-143,3	
		nlc-3	Po, Ż	0,68-0,80	-	170,0-197,0	170,0-197,0	
	niespoiste	nlla	G, Π, Pg, Pog *A	-	0,51-0,70	13,0-19,0	14,4-21,1	mpl
			G, Π, Pg, Pog *B			11,0-14,5	14,7-19,3	
			G, Π, Pg, Pog *C			7,5-11,5	12,5-19,2	
		nllb	G, Π, Pg, Pog *A	-	0,26-0,50	19,0-33,0	21,1-36,7	pl
			G, Π, Pg, Pog *B			14,5-24,5	19,3-32,7	
			G, Π, Pg, Pog *C			11,5-18,0	19,2-30,0	
		nllc	G, Π, Pg, Pog *A	-	0,01-0,25	33,0-67,5	36,7-75,0	tpl
			G, Π, Pg, Pog *B			24,5-49,5	32,7-66,0	
			G, Π, Pg, Pog *C			18,0-33,5	30,0-55,8	
		nlld	G, Π, Pg, Pog *A	-	≤0,00	>67,5	>75	pzw/zw
			G, Π, Pg, Pog *B			>49,5	>66	

Rodzaj gruntu	Numer warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntów	Stopień Zagęszczenia I _D [-]	Stopień Plastyczności I _L [-]	Moduł pierwotnego odkształcenia E ₀ [MPa]	Moduł wtórnego odkształcenia E [MPa]	Stan
		G, Π, Pg, Pog *C			>33,5	>55,8	
ity	nIVa	I	-	0,51-0,70	4,3-6,8	5,4-8,5	mpl
	nIVb	I	-	0,26-0,50	6,8-12,2	8,5-15,3	pl
	nIVc	I	-	0,01-0,25	12,2-22,2	15,3-27,8	tpl
	nIVd	I	-	≤0,00	>22,2	>27,8	pzw/zw

Tabela 6-4 Schemat warstw geotechnicznych wraz z parametrami geotechnicznymi - grunty rodzime

Rodzaj gruntu	Nr warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntów	Stopień zagęszczenia I _D [-]	Stopień plastyczności I _L [-]	Gęstość objętościowa gruntu ρ [Mg/m ³]	Spójność gruntu c [kPa]	Kąt tarcia wewnętrznej φ [°]	Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej M ₀ [MPa]	Edometryczny moduł ściśliwości wtórnej M [MPa]	Moduł pierwotnego odkształcenia E ₀ [MPa]	Moduł wtórnego odkształcenia E [MPa]	Stan Kolor	
Grunty rodzime	nieśpójne	la-1	Pd, Pπ	0,25-0,33	-	1,60-1,85	-	29-30	40-45	50-56	29,0-33,0	36,3-41,3	In
		la-2	Ps, Pr	0,25-0,33	-	1,65-1,95	-	31-32	60-70	67-78	50,0-59,0	55,6-65,6	
		la-3	Po, Ż	0,25-0,33	-	1,70-2,00	-	36-37	110-130	110-130	96,0-108,0	96,0-108,0	
		lb-1	Pd, Pπ	0,34-0,67	-	1,65-1,90	-	30-31	45-80	56-100	33,0-62,0	41,3-77,5	szg
		lb-2	Ps, Pr	0,34-0,67	-	1,70-2,00	-	32-34	70-120	78-133	59,0-105,0	65,6-116,7	
		lb-3	Po, Ż	0,34-0,67	-	1,75-2,05	-	37-39	130-190	130-190	108,0-170,0	108,0-170,0	
		lc-1	Pd, Pπ	0,68-0,80	-	1,70-2,00	-	31-32	80-100	100-125	62,0-77,0	77,5+96,3	zg
		lc-2	Ps, Pr	0,68-0,80	-	1,80-2,05	-	34-35	120-150	133-167	105,0-129,0	116,7-143,3	
	lc-3	Po, Ż	0,68-0,80	-	1,85-2,10	-	39-41	190-220	190-220	170,0-197,0	170,0-197,0		
	spójne	IIa	G, Π, Pg, Pog *A	-	0,51-0,70	1,80-2,05	22-27	13-16	17-23	19-26	13,0-19,0	14,4-21,1	mpl
			G, Π, Pg, Pog *B				17-21	9-13	14-19	19-25	11,0-14,5	14,7-19,3	
			G, Π, Pg, Pog *C				6-9	7-10	12-15	20-25	7,5-11,5	12,5-19,2	
		IIb	G, Π, Pg, Pog *A	-	0,26-0,50	1,90-2,10	27-36	16-21	23-38	26-42	19,0-33,0	21,1-36,7	pl
			G, Π, Pg, Pog *B				21-29	13-17	19-33	25-44	14,5-24,5	19,3-32,7	
			G, Π, Pg, Pog *C				9-14	10-14	15-26	25-43	11,5-18,0	19,2-30,0	
IIc		G, Π, Pg, Pog *A	-	0,01-0,25	2,00-2,15	36-50	21-25	38-80	42-89	33,0-67,5	36,7-75,0	tpl	
		G, Π, Pg, Pog *B				29-40	17-22	33-64	44-85	24,5-49,5	32,7-66,0		
		G, Π, Pg, Pog *C				14-30	14-18	26-48	43-80	18,0-33,5	30,0-55,8		
IId	G, Π, Pg, Pog *A	-	≤0,00	2,15-2,25	>50	>25	>80	>89	>67,5	>75	pzw/zw		
	G, Π, Pg, Pog *B				>40	>22	>64	>85	>49,5	>66			
	G, Π, Pg, Pog *C				>30	>18	>48	>80	>33,5	>55,8			
IIIa	Nmg (I ^o C)	-	0,51-	1,20-1,40	6-9	7-10	1-2	2-3	0,5-1	1-2	mpl		

Rodzaj gruntu	Nr warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntów	Stopień zagęszczenia ID [-]	Stopień plastyczności L [-]	Gęstość objętościowa gruntu ρ [Mg/m ³]	Spojność gruntu c [kPa]	Kąt tarcia wewnętrznej ϕ [°]	Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej M_0 [MPa]	Edome-tryczny moduł ściśliwości wtórnej M [MPa]	Moduł pierwotnego odkształcenia E_0 [MPa]	Moduł wtórnego odkształcenia E [MPa]	Stan Kolor
ity				0,70								
	IIIb	Nmg (I°C)	-	0,26-0,50	1,40-1,60	9-14	10-14	2-5	3-8	1-2,5	2-4	pl
	IIIc	Nmg (I°C)	-	0,01-0,25	1,50-1,90	14-30	14-18	5-10	8-17	2,5-5	4-8	tpl
	IIId	Nmg (I°C)	-	≤0,00	1,60-2,00	>30	>18	>10	>17	>5	>8	pzw
	IIIe	T	-	-	1,10-1,60	10	10	1-5	2-8	0,5-2,5	1-4	-
	IIIf	Nmp	0,25-0,33	-	1,50-1,75	-	29-30	20-25	25-31	10-12,5	13-16	ln
	IIIg	Nmp	0,34-0,67	-	1,55-1,85	-	30-31	25-30	31-38	12,5-15	16-19	szg
	IIIh	Nmp	0,68-0,80	-	1,60-1,90	-	31-32	30-40	38-50	15-20	19-25	zg
	IVa	I	-	0,51-0,70	1,70-1,80	28-35	4-6	8-13	10-16	4,3-6,8	5,4-8,5	mpl
	IVb	I	-	0,26-0,50	1,80-1,95	35-45	6-9	13-22	16-28	6,8-12,2	8,5-15,3	pl
	IVc	I	-	0,01-0,25	1,90-2,10	45-60	9-13	22-40	28-50	12,2-22,2	15,3-27,8	tpl
	IVd	I	-	≤0,00	2,05-2,20	>60	>13	>40	>50	>22,2	>27,8	pzw/zw

7. Złoże kopalin przydatnych do modernizacji linii kolejowych

W załączniku nr 7 przedstawiono lokalizację złóż kruszyw naturalnych dających możliwość pozyskania materiału do wbudowania w nasypy.

Udokumentowane złoże kopalin okrucowych związane są głównie z występowaniem piasków różnoziarnistych, z przewagą drobnoziarnistych, wodnolodowcowych (sandry zlodowacenia Warty). Lokalnie występują niewielkie domieszki frakcji żwirowej. W tabeli 7-1 podano nazwę złoże kruszyw naturalnych oraz jego lokalizację a w Załączniku 7 wskazano lokalizację tych złóż.

Tabela 7-1 Lokalizacja złóż w odległości do 20 km od osi linii kolejowej 47.

Nazwa złoże	Surowiec	Nadzór Górniczy	Współrzędne		Powierzchnia	Obwód	
Jeżewice	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	619467,8919	458194,4847	65438	1459	1773
Krzyżówka 2	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	602237,7597	459814,0251	19890	913	15203
Zbizoża VI	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	608859,0247	453245,6767	56767	996	13415
Wilcza Góra	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	632531,9691	469263,4719	12074	477	6226
Wręcza-Olszówka II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	598359,1925	459454,3485	47497	1036	9749
Zaręby I	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	619944,6233	458928,4897	23217	705	8967
Budy Nowe VII	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	606234,2005	463231,5928	22546	709	7466
Zbizoża VIII	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	608995,6713	453805,1176	95084	1292	14498
Jeżewice-dz.186	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	620232,9438	458406,5061	29717	941	6840
Kuranów	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	606565,6662	458831,3527	8281	434	3921
Suchodół II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	620837,0206	458285,1330	19629	588	8971
Jeżewice II-1/1 (dz.178)	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	619804,5706	458719,9786	19327	781	16728
Janki-Sokołów II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	628736,6350	477580,4346	18362	580	6138
Piotrkowice	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	614244,0792	456338,7693	15300	519	3913
Jeżewice	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	618809,3580	457585,7046	36945	1141	1773
Jeżewice	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	620055,9544	459515,1677	64045	1244	1773
Jeżewice	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	620534,1536	459396,5734	202337	2858	1773
Zbizoża V	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	609181,6909	454187,7108	150462	1790	9405
Jeżewice IV	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	620003,1348	458367,2324	22936	1083	9346
Suchodół	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	620844,2411	458521,8419	24500	655	4093

Nazwa złoża	Surowiec	Nadzór Górniczy	Współrzędne		Powierzchnia	Obwód	
Suchodół 7a	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	622582,4300	458051,9609	24206	702	6014
Korytów A	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	600445,6649	462587,7520	12364	653	6510
Piotrkowice II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	613517,9775	456817,2649	4715	320	5643
Bartoszkówka II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	614839,7021	457331,7961	19881	606	9151
Budy Nowe VIII	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	605765,6610	463275,9926	22154	601	7603
Marynin I	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	616673,4331	466978,4443	30012	899	9150
Borowiec 4	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	616596,7352	457889,5230	0	0	13411
Jeżewice II (zarej.)	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	620584,2979	458532,2591	14402	524	5188
Jeżewice	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	620469,3549	458571,9783	42787	872	1773
Janki-Sokołów VII	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	628742,9007	477642,4582	9820	475	8968
Sokołów-Żwirownia 1	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	628108,8559	475934,2907	4104	260	14692
Bartoszkówka III/1	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	614958,1374	457376,5421	19919	596	11083
Janki-Sokołów IV	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	628761,4664	477212,2284	17655	648	7416
Ślabomierz II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	602578,9662	460515,7611	3344	234	7066
Budy Nowe II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	606538,3288	463117,1060	9013	570	3918
Książenice	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	618380,0807	468531,5360	8060	577	6955
Musuły	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	614295,1844	466351,7253	9674	419	3919
Jeżewice	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	619286,6172	458419,4211	57405	1756	1773
Zbiroża IX	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	608855,0754	455629,5714	18813	584	17664
Jeżewice	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	619977,5914	458823,4513	11256	634	1773
Janki-Sokołów III	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	628747,8189	477381,6668	21695	710	6281
Janki-Sokołów	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	628367,8038	476604,0399	869818	6865	1774
Wręcza-Olszówka II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	598656,9167	458808,6336	42621	1236	9749
Wręcza-Olszówka II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	598549,3451	458902,6603	61386	1444	9749
Zimna Woda II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	610227,7148	454546,4361	19723	727	14461
Zimna Woda	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	610042,5871	454677,9206	59903	975	10767
Ślabomierz II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy -	602444,1010	460597,2	4930	310	7066

Nazwa złoża	Surowiec	Nadzór Górniczy	Współrzędne		Powierzchnia	Obwód	
		Warszawa		357			
Słabomierz II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	602474,4996	460550,7 890	5674	306	7066
Zbiroża III	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	609057,3018	454169,3 727	55870	995	8655
Suchodół V	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	620262,9086	459493,7 635	20114	572	1750 4
Laszczki I	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	630890,0669	474132,0 886	10066	552	1051 2
Zimna Woda III	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	609907,3440	454706,6 094	19832	637	1757 7
Jeżewice dz. nr 190/6	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	620385,1964	458411,4 743	18953	554	1719 6
Zbiroża II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	609047,6811	454128,9 902	136881	1462	7785
Budy Nowe IX	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	606203,8694	463346,5 543	15498	832	9655
Jeżewice 159	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	619661,3721	458204,2 781	35138	974	7928
Nosy	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	622806,9227	460041,2 017	19548	558	9338
Wólka Pracka	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	629900,1793	463981,9 754	106641	1449	1513 8
Barbara I	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	621462,9216	459575,1 338	30041	1283	8315
Pieńki	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	608735,2815	453186,0 462	46100	1122	1172 4
Jeżewice II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	619863,9791	458734,3 007	29962	847	6145
Bartoszkówka I	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	614059,2544	457069,2 613	54316	1272	8949
Wręcza- Olszówka II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	599067,5726	459436,8 431	526085	4391	9749
Jeżewice II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	619149,8090	458235,7 278	386821	2902	6145
Budy Nowe VIII	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	606112,4836	463135,9 805	20409	590	7603
Zbiroża - pole A	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	609122,3844	454372,6 663	103968	1631	3917
Kukłówka	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	608985,6934	464995,3 292	10481	442	8958
Borowiec-3	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	619128,9492	458271,9 222	20288	614	5884
Janczewice 2	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	631015,0106	473388,0 738	12294	444	1585 3
Zaręby II	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	619647,4825	458974,7 031	10079	452	8662
Jeżewice- dz.180	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	619866,9681	458730,2 659	19839	1115	1073 3
Suchodół III	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	621353,3165	458198,9 421	19695	682	1130 3
Pieńki- Strzyże III	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	608370,2607	453245,6 835	99102	1389	1439 2

Nazwa złoża	Surowiec	Nadzór Górniczy	Współrzędne		Powierzchnia	Obwód	
Janki-Sokołów VI	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	628747,8189	477381,6668	15291	685	7531
Janki-Sokołów I	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	628738,2503	477485,8795	11626	515	6048
Suchodół V	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	620314,2374	458855,8008	131431	1964	17504
Jeżewice	kruszywa naturalne	Okręgowy Urząd Górniczy - Warszawa	618784,4102	458179,6832	27056	989	1773

8. Podsumowanie i wnioski

Na podstawie wykonanych prac kameralnych oraz badań terenowych i laboratoryjnych stwierdzono, że w podłożu projektowanej inwestycji pod gruntami nasypowymi, znajdują się grunty rodzime.

Grunty nasypowe to piaski średnie ze żwirem i kamieniami, natomiast grunty rodzime wykształcone są w postaci piasków drobnych, średniozagęszczonych oraz gliny piaszczystej i piasków gliniastych, plastycznych i twardoplastycznych. Ich geneza jest głównie wodnolodowcowa i lodowcowa.

Na podstawie wyników badań laboratoryjnych i polowych dokonano wydzielenia warstw geotechnicznych zgodnie z Tabelą 10 (grunty nasypowe) i 11 (grunty rodzime). W podłożu gruntowym inwestycji zostały zlokalizowane warstwy nI – tłuczeń, nIb-2 nasypowe piaski średnie ze żwirem i kamieniami, Ib-1 – piaski drobne średniozagęszczone, II – grunty spoiste w stanie od twardoplastycznego do plastycznego.

Warstwy geotechniczne zostały oznaczone zarówno w kartach otworów badawczych (Załącznik 10) jak i na przekrojach geologiczno-inżynierskich (Załącznik 12).

Na podstawie badań terenowych (sondowania DPL oraz badań płytą dynamiczną) dokonano oceny stanu gruntów nasypowych. Szczegóły znajdują się na kartach sondowań dynamicznych (Załącznik 10), na przekrojach geologiczno-inżynierskich (Załącznik 12) oraz w Załączniku 14.

Warunki geotechniczne dla obiektów inżynierskich:

km 25+356 – w podłożu znajdują się piaski drobne/średnie w stanie średniozagęszczonym zalegające na glinie piaszczystej w stanie twardoplastycznym. Zwierciadło wody gruntowej zostało nawiercone w piaskach warstwy Ib-1 i jest związane z poziomem wody w rzece.

km 26+652 - w podłożu znajdują się piaski drobne/średnie w stanie średniozagęszczonym zalegające na glinie piaszczystej w stanie twardoplastycznym. Zwierciadło wody gruntowej zostało nawiercone w piaskach warstwy Ib-1.

km 27+512 - w podłożu znajdują się piaski gliniaste przewarstwione piaskiem drobnym w stanie plastycznym, poniżej w stanie twardoplastycznym oraz glina piaszczysta w stanie twardoplastycznym. Nie nawiercono zwierciadła wody o charakterze swobodnym a jedynie sączenia na piasku gliniastym.

km 28+495 - w podłożu znajdują się piaski gliniaste przewarstwione piaskiem drobnym w stanie plastycznym, poniżej glina piaszczysta w stanie twardoplastycznym/plastycznym. Zwierciadło wody gruntowej zostało nawiercone na głębokości 0,50 m p.p.t.

km 29+151 - w podłożu znajdują się piaski gliniaste przewarstwione piaskiem drobnym w stanie plastycznym, poniżej glina piaszczysta w stanie twardoplastycznym. Zwierciadło wody gruntowej zostało nawiercone na głębokości 0,50 m p.p.t.

km 29+987 - w podłożu znajdują się piaski drobne, średniozagęszczone, poniżej glina piaszczysta w stanie twardoplastycznym. Nie nawiercono zwierciadła wody podziemnej.

km 31+532 - w podłożu znajdują się piaski drobne, średniozagęszczone, poniżej glina piaszczysta w stanie twardoplastycznym. Zwierciadło wody nawiercono na głębokości 2,00 m p.p.t.

km 32+145 - w podłożu znajdują się piaski drobne, średniozagęszczone, poniżej glina piaszczysta w stanie twardoplastycznym. Zwierciadło wody o charakterze swobodnym nawiercono na głębokości 0,50÷0,60 m p.p.t. w warstwie Ib-1.

km 32+167 - w podłożu znajdują się piaski drobne średniozagęszczone, poniżej glina piaszczysta w stanie twardoplastycznym. Zwierciadło wody o charakterze swobodnym nawiercono na głębokości 0,50 m p.p.t. w warstwie Ib-1.

Zestawienie modułów wtórnego odkształcenia gruntu E w podłożu planowanej inwestycji oraz klasę jakości gruntów wg Instrukcji Id-3, jak również ocenę przydatności warstw podłoża gruntowego do budowy i naprawy podtorza zawiera Załącznik 14.

Istniejące od km 24+600 do km 32+600 nasypy piaszczysto-żwirowe wymagają dogęszczenia do wymaganego w kryterium wskaźnika zagęszczenia.

W km 25+500÷25+600, 27+500÷27+700, 28+400÷29+200, 30+000÷30+600 oraz 30+900, nawiercono w podtorzu grunty spoiste, które należy wzmocnić wykorzystując metody stabilizacji, np. z wykorzystaniem geosyntetyków.

Na podstawie § 3.1, pkt. 58 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, inwestycję należy zaliczyć do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu z dnia 25 kwietnia 2012, ustalono warunki gruntowe jako złożone i proste.