



PRZEDSIĘBIORSTWO USŁUG GEOLOGICZNYCH

„KIELKART”

25-113 Kielce, ul. Starowapiennikowa 6

**OPINIA GEOTECHNICZNA
I DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO
dla potrzeb przebudowy drogi leśnej nr DR/006
na terenie Leśnictw Seredzice i Polany
w obrębie Marcule**

Gmina Ilża

Powiat radomski,

Województwo: mazowieckie

Zleceniodawca: Justyna Rybak „STOLBUD”

Wielka Wieś 8; 27-215 Wąchock

Opracował:

mgr inż. Maciej Falkiewicz
Nr upr. VII - 1489

Kielce, kwiecień 2018 r.

SPIS TREŚCI:

I. OPINIA GEOTECHNICZNA.....	3
1.1. DANE OGÓLNE	3
1.1.1. PODSTAWA OPRACOWANIA.....	3
1.1.2. TECHNICZNE PODSTAWY OPRACOWANIA.....	3
1.1.3. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	4
1.1.4. OPIS PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI	4
1.2 LOKALIZACJA I OPIS TERENU	5
1.2.1. LOKALIZACJA I SPOSÓB UŻYTKOWANIA TERENU.....	5
1.2.2. MORFOLOGIA I HYDROGRAFIA.....	5
1.3. BUDOWA GEOLOGICZNA.....	6
1.4. WARUNKI WODNE.....	6
1.5. WARUNKI GRUNTOWE	7
II. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO	8
2.1. OPIS BADAŃ	8
2.1.1. WIERCENIA BADAWCZE.....	8
2.1.2. BADANIA TERENOWE I OPRÓBOWANIE.....	8
2.1.3. PRACE GEODEZYJNE.....	8
2.2. WARUNKI GEOTECHNICZNE	8
2.3. PARAMETRY GEOTECHNICZNE	11
2.4. KATEGORIA GEOTECHNICZNA INWESTYCJI.....	11
2.5 WNIOSKI I ZALECENIA.....	12
2.6 SPIS LITERATURY I MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH	13

Załączniki

Zał. nr 1	Mapa topograficzna z lokalizacją terenu badań w skali 1:25 000
Zał. nr 2.1-2.20	Profile otworów geotechnicznych nr 1÷40 w skali 1:50
Zał. nr 3	Tabela parametrów geotechnicznych

I. OPINIA GEOTECHNICZNA

1.1. Dane ogólne

1.1.1. Podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie wykonano w Przedsiębiorstwie Usług Geologicznych „KIELKART”, ul. Starowapiennikowa 6, 25-113 Kielce na podstawie zlecenia firmy Justyna Rybak STOLBUD z siedzibą w Wielkiej Wsi 8.

1.1.2. Techniczne podstawy opracowania

W celu sporządzenia niniejszego opracowania wykorzystano następujące akty prawne:

- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz. 463);
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 14 maja 1999 r.);

oraz normy i opracowania:

- PN-B-02480:1986. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów;
- PN-B-04452:2002. Geotechnika – Badania polowe;
- PN-B-03020:1981. Grunty budowlane. – Posadowienie bezpośrednie budowli – Obliczenia statyczne i projektowanie;
- PN-EN 1997-1. Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne;
- PN-EN 1997-2. Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego;
- PN-B-06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne;
- PN-EN ISO 14688-1. Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczanie i opis;
- PN-EN ISO 14688-2. Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania,
- Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2012 r.

1.1.3. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest ustalenie w podłożu badanego terenu geotechnicznych warunków posadowienia przewidzianych do przebudowy drogi leśnej nr DR/006 na terenie Leśnictw Polany i Seredzice. Opracowanie niniejsze wykonano na podstawie wyników wierceń 40-u otworów badawczych o głębokości od 3,0 do 6,0 m ppt, badań i obserwacji terenowych. Zakres prac terenowych (lokalizacja, ilość i głębokość otworów badawczych) został uzgodniony ze Zleceniodawcą.

Opracowanie wykonano w 5 egzemplarzach: 4 egz. otrzymuje Zleceniodawca, 1 egz. – wykonawca PUG „KIELKART” Kielce. Zleceniodawca otrzymuje również płytę CD z opracowaniem w wersji elektronicznej.

1.1.4. Opis projektowanej inwestycji

Projektowana inwestycja polegać będzie na przebudowie istniejącej drogi leśnej nr DR/006 o długości około 10 km do parametrów głównej drogi leśnej o nośności umożliwiającej wywóz drewna samochodami wysokotonażowymi jak i wykorzystanie jako dojazdu pożarowego. Szerokość jezdni będzie wynosić 3,5 m, szerokość poboczy 0,75 m z pospółki lub kruszywa niesortowanego plus gruntowa opaska oporująca o szerokości 0,25 m. Pochylenie poprzeczne jezdni będzie jednostronne; konstrukcja nawierzchni drogi z kruszywa łamanego o warstwach i grubościach dobranych przez Projektanta z uwzględnieniem warunków gruntowo-wodnych podłoża, funkcji drogi i przewidywanego obciążenia. Sposób odwodnienia korpusu drogowego dostosowany do warunków gruntowo wodnych, zapewniający trwałe odprowadzenie wód poza pas drogowy. Zakłada się włączenia projektowanej drogi do dróg publicznych: powiatowej nr 0570T (Osiny – Mokre Niwy – Krupów – Trębowiec Duży) i gminnej nr 350201W (Białka – Jasieniec).

W oparciu o rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz. 463) przedmiotową inwestycję należy zaliczyć do I kategorii geotechnicznej.

1.2 Lokalizacja i opis terenu

1.2.1. Lokalizacja i sposób użytkowania terenu

Badany teren położony jest w południowej części województwa mazowieckiego, w powiecie radomskim, w gminie Iłża.

W systematyce leśnej jest to teren RDPL Radom - Nadleśnictwo Marcule, Leśnictwo Polany i Leśnictwo Sieradzice.

Droga przebiega przez oddziały leśne: 28/48, 29/49, 30/50, 31/51, 32/52, 33/53, 34/54, 35/55, 36/56, 56/57, 57/71, 58/72 w Leśnictwie Sieradzice oraz oddziały nr 59/73, 60/74, 61/75 do nr 62/76 w Leśnictwie Polany.

Obecnie jest to droga gruntowa, okresowo nieprzejezdna, o szerokości 3-4 m, bez poboczy i rowów.

Pod względem fizyczno-geograficznym według podziału J. Kondrackiego (2002) obszar badań znajduje się w mezoregionie Przedgórze Iłżeckie (342.33).

Lokalizację terenu badań przedstawiono na mapie topograficznej w skali 1:25 000 (załącznik nr 1).

1.2.2. Morfologia i hydrografia

Pod względem morfologicznym teren badań jest zróżnicowany – w początkowym i końcowym odcinku drogi są to dość płaskie obniżenia dolin rzecznych; w części środkowej zaś wzniesienie zbudowane głównie z czwartorzędowych piasków i żwirów rzecznych oraz glin zwałowych. Rzędne terenu zmieniają się od 189,0-191,2 m n.p.m. w obniżeniach terenu (otwory nr 1÷14 i 40) do 220 m n.p.m. w otworze nr 30. Z obniżeniami terenu wiąże się występowanie podmokłości i bezodpływowych dolinek, wypełnionych lokalnie namulami. Badany odcinek przecina 3 ciekі wodne: w rejonie otworów nr 4 i 5, otworu nr 7 oraz pomiędzy otworami 9 i 10.

Pod względem hydrograficznym badany teren należy do zlewni Iłżanki, która przepływa w odległości 0,7÷1,3 km na północ od badanego terenu. W części północno-zachodniej teren odwadniany jest przez kilka bezimiennych cieków; w części południowo-wschodniej natomiast - przez rz. Małyszyniec, będących dopływami Iłżanki. Ogólnie, większość wód opadowych infiltruje w piaszczyste podłoże.

Opisane zagadnienia przedstawia mapa topograficzna w skali 1:25 000 (zał. nr 1).

1.3. Budowa geologiczna

W budowie geologicznej tego terenu biorą udział utwory czwartorzędu. Starsze, przedczwartorzędowe podłoże stanowią jurajskie piaskowce i iłowce, które odsłaniają się na powierzchni terenu około 2 km na południowy zachód od terenu badań. Wierceniami wykonanymi w ramach niniejszej dokumentacji nie osiągnięto ich stropu.

Według Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Starachowice (Studencki, 1989; Studencki, 1993), miąższość osadów czwartorzędu w badanym rejonie wynosi około 20 m.

Płytkie podłoże, według ww. Mapy, stanowią osady plejstocenu i holocenu: piaski rzeczne i wodnolodowcowe zalegające na glinach zwałowych oraz gliny zwałowe, osady den dolinnych (namuły, piaski i pyły), namuły zagłębień bezodpływowych i okresowo przepływowych oraz piaski eoliczne.

Utwory płytkiego podłoża były przedmiotem rozpoznania badaniami wykonanymi dla potrzeb niniejszego opracowania. Badaniami tymi potwierdzono obecność w/w piasków, glin oraz namulów. Profile geologiczne rozpoznanego podłoża do głębokości 3,0 m ppt (oraz 2 otworów do 6,0 m ppt), na trasie projektowanej drogi zawierają karty otworów geotechnicznych (zał. nr 2.1÷2.20).

1.4. Warunki wodne

W ramach bieżącego rozpoznania, tj. na 40 otworów, w wykonanym zakresie głębokościowym, wodę podziemną stwierdzono w 10 otworach, z czego w 8 otworach (nr 4, 5, 7, 9, 22, 26, 35 i 40) występuje jako warstwa wodonośna w piaskach a w 2 otworach (nr 10 i 11) w postaci sączeń w glinach. Jest to pierwszy poziom czwartorzędowy, zasilany głównie przez infiltrację wodami opadowymi. Swobodne zwierciadło wody (bądź sączenie) nawiercono na głębokości od 0,5 m ppt (w otworze 7) do 2,7 m ppt (w otworach nr 9 i 22). Należy mieć na uwadze, że po większych opadach deszczu, wiosennych roztopach, nagromadzenie wody w podłożu może być większe, a zwierciadło wód czwartorzędowych może występować okresowo jeszcze płycej.

1.5. Warunki gruntowe

W podłożu badanego terenu do głębokości rozpoznania wynoszącej 3,0÷6,0 m ppt, pod warstwą gleby, stwierdzono występowanie utworów czwartorzędowych.

Są to:

- grunty antropogeniczne w postaci nasypów niekontrolowanych
- grunty organiczne – namuły piaszczyste i gliniaste
- grunty niespoiste w stanie średnio zagęszczonym wykształcone głównie jako piaski drobne; podrzędnie jako piaski średnie i piaski pylaste,
- grunty spoiste w stanie twardoplastycznym, bądź plastycznym (rzadziej półzwartym) - wykształcone jako gliny, gliny piaszczyste i piaski gliniaste.

W oparciu o rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz. 463) warunki gruntowo-wodne w przebadanym zakresie należy uznać za proste oraz lokalnie złożone, a przedmiotową inwestycję zaliczyć do I kategorii geotechnicznej.

II. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

2.1. Opis badań

2.1.1. Wiercenia badawcze

W ramach terenowych prac badawczych wykonano 40 otworów geotechnicznych o głębokości od 3,0 do 6,0 m ppt. Lokalizacja otworów badawczych uzgodniona została ze Zleceniodawcą. Otwory odwiercono w kwietniu 2018 r. wiertnicą mechaniczną WH – 5.

Po odwierceniu i wykonaniu badań, otwory zlikwidowane zostały urobkiem własnym z zachowaniem kolejności przewiercanych warstw. Prace prowadzone były pod stałym nadzorem uprawnionego geologa.

2.1.2. Badania terenowe i opróbowanie

W trakcie wiercenia pobierano próby NW (o naturalnej wilgotności) oraz NU (o naturalnym uziarnieniu). Na bieżąco wykonywany był opis makroskopowy przewiercanych gruntów. Opis ten wykonano w oparciu o PN-B-02480:1986 oraz PN-EN ISO 14688.

Stopień zagęszczenia dla gruntów niespoistych przyjęto na podstawie doświadczeń z badań podobnych rodzajów gruntów oraz oporów wiercenia. Na podstawie wyników uzyskanych z prac terenowych sporządzono profile geotechniczne otworów (zał. 2.1÷2.20).

2.1.3. Prace geodezyjne

Otwory w terenie wyznaczono metodą domiarów prostokątnych w dowiązaniu do najbliższych istniejących punktów charakterystycznych i obiektów. Rzędne terenu określono na podstawie interpolacji z mapy topograficznej.

2.2. Warunki geotechniczne

Na podstawie wykonanego rozpoznania podłoża terenu w postaci wierceń, badań polowych i makroskopowych, wydzielono 4 warstwy geotechniczne różniące się między sobą parametrami fizyko-mechanicznymi i wykształceniem litologicznym:

Warstwa I: Grunty antropogeniczne (nasypy) złożone z gleby i niewielkich okruchów skalnych.

Warstwa II: Grunty organiczne – namuły. Są to grunty słabonośne; wymagane wzmocnienie lub wymiana.

Warstwa III: Grunty rodzime mineralne niespoiste w postaci piasków drobnych i pylastych w stanie średnio zagęszczonym. Średni stopień zagęszczenia $I_D=0,40$. Są to grunty

nośne, niewysadzinowe. Kategoria urabialności – 3.

Warstwa IV: Grunty rodzime mineralne niespoiste w postaci piasków średnich w stanie średnio zagęszczonym. Średni stopień zagęszczenia $I_D=0,40$. Są to grunty nośne, niewysadzinowe. Kategoria urabialności – 3.

Warstwa V: Grunty rodzime mineralne spoiste w postaci piasków gliniastych w stanie półzwałym $I_L \leq 0,0$. Są to grunty nośne, wysadzinowe. Kategoria urabialności – 4.

Warstwa VI: Grunty rodzime mineralne spoiste w postaci glin, glin piaszczystych i piasków gliniastych w stanie twardoplastycznym $I_L=0,20$. Są to grunty nośne, wysadzinowe. Kategoria urabialności – 4.

Warstwa VII: Grunty rodzime mineralne spoiste w postaci glin piaszczystych i glin w stanie plastycznym $I_L=0,30$. Są to grunty nośne, wysadzinowe. Kategoria urabialności – 4.

Warstwa VIII: Grunty rodzime mineralne spoiste w postaci glin piaszczystych i glin w stanie plastycznym $I_L=0,45$. Są to grunty nośne na pograniczu słabonośnych, wysadzinowe. Kategoria urabialności – 4.

Na trasie projektowanej budowy drogi leśnej w podłożu stwierdzono grunty łatwo i średnio urabialne o kategorii urabialności 3 i 4. Kategorię urabialności podano według normy PN-B-06050:1999. Dokładne przypisanie kategorii poszczególnym gruntom zawierają zał. nr 2.1-2.20.

Pozostałe wartości parametrów geotechnicznych dla gruntów rodzimych przyjęto na podstawie zależności korelacyjnych i zamieszczono je w „Tabeli parametrów geotechnicznych” stanowiącej zał. nr 3 niniejszego opracowania.

Na projektowanym odcinku drogi w marcu 2018 r. wodę gruntową stwierdzono w 9-u otworach na głębokości 1,1÷2,7 m ppt i w jednym otworze (nr 7) na głębokości mniejszej – 0,5 m ppt. Poza tym otworem, zwierciadło wody gruntowej znajduje się poniżej planowanej głębokości posadowienia drogi.

Warunki wodne na trasie planowanej inwestycji są w większości przeciętne; w rejonie 3 otworów: nr 7, 35 i 40 złe - ze względu na występowanie wody podziemnej na głębokości mniejszej niż 1 m od spodu konstrukcji projektowanej nawierzchni.

Ewentualne roboty ziemne na odcinkach występowania wód gruntowych oraz przy przejściach przez ciekły wodne, należy prowadzić stosując odpowiednie zabezpieczenia wykopów oraz systemy odwadniające.

Przy budowie drogi, z podłoża należy usunąć słabonośną warstwę humusową oraz warstwę nasypu w miejscach o słabej nośności - zwłaszcza w rejonie otworów nr 13, 27 i 39;

w rejonie otworów nr 4 i 5, ze względu na większą miąższość gruntów słabonośnych (do 3 m), należy rozważyć wzmocnienie gruntu zamiast wymiany.

Pozostałe grunty rodzime tj. piaski oraz twardoplastyczne i półzwarne gliny i piaski gliniaste występujące w poziomie posadowienia/budowy drogi uznaje się za nośne.

Normowa (PN-81 B-03020) głębokość przemarzania gruntu dla omawianego rejonu wynosi $h_z=1,0$ m ppt.

Grupy nośności podłoża nawierzchni przy założeniu:

- braku utwardzonych i szczelnych poboczy,
 - wykonywaniu nasypów/wykopów o wysokości/głębokości ≤ 1 m;
 - spodu konstrukcji drogi na głębokości do $0,5$ m¹ poniżej istniejącego poziomu terenu,
- zestawiono w poniższej tabeli:

Otwór nr	Warunki wodne	Rodzaj gruntu	Grupa nośności
1	przeciętne	bardzo wysadzinowe	G4*
2	przeciętne	bardzo wysadzinowe	G4
3	przeciętne	bardzo wysadzinowe	G4*
4*	przeciętne	organiczne	**
5*	przeciętne	organiczne	**
6	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
7	złe	nie wysadzinowe	G1
8	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
9	przeciętne	bardzo wysadzinowe	G4
10	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
11	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
12	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
13	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
14	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
15	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
16	przeciętne	bardzo wysadzinowe	G4
17	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
18	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
19	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
20	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
21	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
22	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
23	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
24	przeciętne	bardzo wysadzinowe	G4

¹ Z wyjątkiem otworów nr 3 i 4 (przejście przez ciek), gdzie słabonośny grunt organiczny występuje do głębokości $1,7$ m ppt – zastosowanie indywidualnego projektowania.

25	przeciętne	bardzo wysadzinowe	G4
26	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
27	przeciętne	bardzo wysadzinowe	G4
28	przeciętne	bardzo wysadzinowe	G4*
29	przeciętne	bardzo wysadzinowe	G4*
30	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
31	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
32	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
33	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
34	przeciętne	bardzo wysadzinowe	G4
35	złe	nie wysadzinowe	G1
36	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
37	przeciętne	bardzo wysadzinowe	G4
38	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
39	przeciętne	nie wysadzinowe	G1
40	złe	nie wysadzinowe	G1

* - jeżeli w strefie do głębokości 1 m poniżej zakładanego spodu konstrukcji nawierzchni, występują warstwy różnych gruntów o miąższości < 1m, to do określenia grupy nośności przyjęto cechy gorszego gruntu.

** - wymagające indywidualnego projektowania ze względu na występowanie gruntów organicznych.

2.3. Parametry geotechniczne

Wartości parametrów geotechnicznych dla gruntów rodzimych zamieszczono w „Tabeli parametrów geotechnicznych” stanowiącej zał. nr 3 niniejszego opracowania.

2.4. Kategoria geotechniczna inwestycji

W oparciu o rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. poz. 463) warunki gruntowe należy uznać za proste oraz lokalnie, złożone; przedmiotową inwestycję zaliczyć można do I kategorii geotechnicznej.

2.5 Wnioski i zalecenia

1. Podłoże gruntowe badanego terenu rozpoznano 40 otworami geotechnicznymi, wykonanymi w marcu 2018 r. do głębokości 3,0 m ppt (38 szt.) i 6,0 m ppt (2 szt.).
2. W podłożu gruntowym wydzielono osiem warstw geotechnicznych różniących się parametrami fizyko-mechanicznymi i wykształceniem litologicznym. Opis warstw znajduje się w rozdziale nr 2.2.
3. Grunty występujące w poziomie posadowienia/budowy projektowanej drogi - piaski drobne i średnie warstw geotechnicznych nr III i IV oraz gliny, gliny piaszczyste, piaski gliniaste – półzwarne i twardoplastyczne, warstw V i VI - uznaje się za nośne.
4. Gleba i namuły to grunty słabonośne - kwalifikują się do usunięcia lub, w przypadku namulów o większej miąższości, do ewentualnego wzmocnienia.
5. W marcu 2018 r., w rozpoznanej strefie podłoża gruntowego, wodę gruntową stwierdzono w 10 otworach na głębokości 0,5÷2,7 m ppt. Wyniki obserwacji zwierciadła wody gruntowej zawierają załączniki nr 2.1-2.20.
6. W przebadanym podłożu gruntowym występują grunty łatwo i średnio urabialne o kategorii urabialności 3 i 4. Dokładne przypisanie kategorii poszczególnym gruntom zawierają zał. nr 2.1-2.20.
7. W przebadanych miejscach przypisano grupę nośności podłoża nawierzchni G1÷G4 (rozdział nr 2.2). Warunki wodne oraz grupa nośności powinny zostać zweryfikowane przez Projektanta obiektu w oparciu o niweletę drogi oraz założenia projektowe.
8. W oparciu o rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. poz. 463) warunki gruntowe można uznać za proste, lokalnie złożone a przedmiotową inwestycję należy zaliczyć do I kategorii geotechnicznej.
9. Ewentualne prace ziemne w miarę możliwości należy wykonywać w okresach „suchych”, bezdeszczowych.
10. Normowa głębokość przemarzania dla tego rejonu wynosi $h_z=1,0$ m.

2.6 Spis literatury i materiałów archiwalnych

1. Kondracki J.– Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2002 r.
2. Studencki M.– Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Starachowice. Wyd. Geol. Warszawa 1992 r.
3. Studencki M.– Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Starachowice. Wyd. Geol. Warszawa 1993 r.
4. Wiłun Z. – Zarys geotechniki. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa 2003 r.
5. Normy: PN-EN 1997-2, PN-EN ISO 14688, PN-B-03020:1981, PN-B-02480:1986, PN-B-04452: 2002, PN-B-06050:1999.
6. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych. Dziennik Ustaw z dnia 25 kwietnia 2012, poz. 463.
7. Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, Politechnika Gdańska. Gdańsk 2012 r.