

• Duchnicka 3 bud. 2 / 334 01-796 Warszawa

• NIP: 125-123-95-55  
• REGON: 147457180

• biuro@geo-prospekt.pl  
• www.geo-prospekt.pl

• 517 115 475  
• 509 959 566

Wersja 01 06/2020

<b>DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO</b> <b>OPINIA GEOTECHNICZNA</b> <b>Budowa parkingu przy ul. Poniatowskiego w m. Piastów, gm. Piastów,</b> <b>pow. pruszkowski, woj. mazowieckie</b>	
<b>Położenie</b>	<i>m. Piastów, ul. Poniatowskiego, województwo mazowieckie</i>
<b>Inwestor</b>  <b>Zamawiający</b>	<i>BURMISTRZ MIASTA PIASTÓW ul. 11 Listopada 2 05-820 Piastów  BIURO PROJEKTÓW INFRASTRUKTURALNYCH Krzysztof Suliga ul. Tęczowa 3/6</i>
<b>Opracowanie:</b>	<i>mgr Paweł Stępczak upr. geol. inż. VII-1911 MŚ upr. kier. i doz. geol. XI-067 MAZ</i>

*Paweł Stępczak*

*Kierownik Pracowni*

**Warszawa, lipiec 2020 r.**

## SPIS TREŚCI

1. WSTĘP.....	3
1.1    Cel badań .....	3
1.2    Charakterystyka projektowanej inwestycji:.....	3
2. ZAKRES BADAŃ ORAZ ANALIZ GEOLOGICZNYCH I GEOTECHNICZNYCH .....	3
2.1    Badania terenowe.....	3
2.2    Prace geodezyjne .....	4
2.3    Analiza i ocena uzyskanych danych .....	4
3. WYNIKI BADAŃ.....	5
3.1.    Położenie geograficzne i budowa geologiczna.....	5
3.2.    Charakterystyka geologiczno-inżynierska podłoża.....	7
3.3.    Warunki wodne.....	8
4. WNIOSKI .....	9
5. MATERIAŁY, NORMY ORAZ PODSTAWA PRAWNA.....	10

### ZAŁĄCZNIKI:

Załącz. 1 Mapa dokumentacyjna

Załącz. 2 Przekrój geotechniczny podłużny (model budowy geologicznej)

Załącz. 3 Zestawienie zbiorcze parametrów geotechnicznych

Załącz. 4 Karty dokumentacyjne otworów badawczych (załącz. 4.1-4.5)

Załącz. 5 Objasnienia znaków i symboli stosowanych na załącznikach graficznych

## **1. WSTĘP**

### **1.1 Cel badań**

Niniejsze opracowanie zrealizowano w pracowni GEO-Prospekt przy ul. Duchnickiej 3 w Warszawie.

Celem opracowania jest rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych podłoża w związku z realizacją parkingu przy ul. Poniatowskiego w Piastowie. Podstawę prawną opracowania podano w rozdziale nr 4 części tekstowej (Dz. U. 2012, poz. 463 oraz Dz. U. 1999, nr 43, poz. 430).

### **1.2 Charakterystyka projektowanej inwestycji:**

- Parking o nawierzchni z kostki brukowej o pow. ok. 3000 m<sup>2</sup>;
- projektowana niweleta – w przybliżeniu zgodna z rzędnymi istniejącymi +/- 5 cm;
- grubość nowej konstrukcji nawierzchni – ok. 0,5 m;
- odwodnienie - kanalizacja deszczowa;
- głębokość wykopów <1,2 m p.p.t. - I kategoria geotechniczna.

Usytuowanie projektowanej inwestycji przedstawia załącznik 1 – mapa dokumentacyjna.

## **2. ZAKRES BADAŃ ORAZ ANALIZ GEOLOGICZNYCH I GEOTECHNICZNYCH**

### **2.1 Badania terenowe**

W dniu 3 lipca 2020 r. przeprowadzono poniższe badania terenowe pod nadzorem autora niniejszej dokumentacji. Zakres badań uzgodniono uprzednio z Zamawiającym.

- tyczenie punktów badawczych i dowiązanie ich rzędnych do udostępnionej mapy sytuacyjno-wysokościowej;
- 4 wiercenia badawcze do głębokości 1,1-3,0 m p.p.t. za pomocą systemu ręczno-obrotowego;
- pobór próbek gruntów o naturalnej wilgotności NW i naturalnym uziarnieniu NU do badań makroskopowych do oznaczeń makroskopowych w terenie;
- pomiary poziomu nawiercenia i poziomu piezometrycznego (stabilizacji) wody gruntowej w otworach wiertniczych;
- likwidacja otworów wiertniczych.

Wykonano również opisy makroskopowe i klasyfikację przewiercanych warstw gruntów zgodnie z obowiązującymi Polskimi Normami:

- PN-EN ISO 14688-1: 2006 – Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczanie i opis;

- PN-EN ISO 14688-2: 2006 – Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania.

Dodatkowo ustalone oznaczenia przypisano do określań przewiercanych warstw gruntów zgodnie z normami:

- PN-B-04481: 1998 – Grunty budowlane – Badania próbek gruntu;

- PN-B-02481: 1998 – Geotechnika – Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.

Ponadto wykorzystywano wybrane wytyczne Instrukcji badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych (GDDP – IBDiM, 1998).

Geolog dokumentujący w ramach kontroli i dozoru wierceń ustalił m.in. zmienność litologiczną profilu wiercenia, parametry stanu gruntów oraz ogólny charakter hydrodynamiczny wód podziemnych - w strefie do głębokości wykonanych badań. W trakcie wierceń na bieżąco obserwowano opory wiercenia.

## 2.2 Prace geodezyjne

Miejsca otworów badawczych wytyczono metodą domiarów prostokątnych w dowiązaniu do obiektów wykazanych na udostępnionej mapie sytuacyjno-wysokościowej (zał. 1).

Rzędne wysokościowe terenu w miejscach badań określono w m n.p.m. Podane rzędne wysokościowe są w układzie PL-KRON86-NH.

## 2.3 Analiza i ocena uzyskanych danych

### BADANIA POŁOWE - POMIERZONE WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH

Wartości stopnia zagęszczenia ( $I_D$ ) gruntów niespoistych ustalono na podstawie korelacji na badanym terenie z wynikami badań uzyskanymi za pomocą sond dynamicznych, głównie sondy lekkie DPL.

Sondowania dynamiczne (udarowe) DPL pozwalają na szczegółowe określenie zmienności wartości stopnia zagęszczenia ( $I_D^{(DPL)}$ ) w gruntach niespoistych na podstawie normy PN-EN 1997-2:2007 (załącznik G), zaleceń podanych w normach PN-EN ISO 22476-2:2005/A1; 2012E, PN-B-04452:2002 oraz doświadczeń własnych / korelacji na badanym terenie. Stopień zagęszczenia  $I_D$  przy zakresie ważności liczby uderzeń młota sondy:  $3 \leq N_{10} \leq 50$  określa się na podstawie wzorów:

- dla sondy dynamicznej lekkiej - DPL  $I_D^{(DPL)}$ :

1) powyżej zwierciadła wody gruntowej; dla wartości współczynnika jednorodności  $C_U \leq 3$ :

$$I_D = 0,260 \log N_{10L} + 0,15 \quad (\text{PN-EN 1997-2:2007 zał. G})$$

2) poniżej zwierciadła wody gruntowej; dla wartości współczynnika jednorodności  $C_U \leq 3$ :

$$I_D = 0,230 \log N_{10L} + 0,21 \quad (\text{PN-EN 1997-2:2007 zał. G})$$

Ostatecznie przyjęte wartości  $I_D$  skorygowano w zależności od użytej końcówki sondy oraz uwzględniając doświadczenia i korelacje z rejonu badań.

W przypadku stwierdzenia gruntów spoistych zaleca się w prostych przypadkach projektowych dodatkowo wykonać badania wytrzymałości na ścinanie  $\tau_{fu}$  za pomocą sondy FVT / SLVT w odniesieniu do praktykowanych w Polsce Norm i Instrukcji badań polowych. Wytrzymałość gruntu na ścinanie  $\tau_{fu}$  [MPa] od mierzonej wartości momentu obrotowego  $M$  [Nm] wyznacza się na podstawie wzoru:

$$\tau_{fu} = \frac{M \cdot \alpha}{\frac{\pi}{2} \cdot d^2 \cdot h \cdot \left(1 + \frac{d}{3 \cdot h}\right) \cdot 1000 \cdot 1000} [MPa]$$

Gdzie:

d – średnica krzyżaka (0,04 m); h – wysokość krzyżaka (0,08 m);  $\alpha=1$  - korekta wartości odczytanego M określona podczas cechowania klucza dynamometrycznego.

DOŚWIADCZENIE PORÓWNAWCZE

PARAMETRY GEOTECHNICZNE WG. METODY KORELACYJNEJ B (PN-B-03020: 1981)

Wartości pozostałych parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych gruntów, w tym:

- gęstości objętościowej  $\rho$  [t/m<sup>3</sup>],
- kąta tarcia wewnętrznego  $\varphi$  [°],
- spójności  $c_u$  [kPa],
- modułu ścisłości pierwotnej  $M_0$  [MPa],

określono na obecnym etapie za pomocą metody pośredniej B (lokalne korelacje) wg. PN-81/B-03020 (zał. 3).

Dla celów poglądowych określono również:

- grupy nośności podłoża gruntowego (G1-G4) na podstawie uproszczonej procedury zestawienia oznaczonego makroskopowo stopnia wysadzinowości gruntów oraz warunków wodnych w podłożu nawierzchni.

Zgodnie z *PN-EN 1997 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne* (Wysokiński i in. 2011) należy uwzględnić ponadto lokalne doświadczenia porównawcze w zakresie ustalania parametrów geotechnicznych, projektowania drogowego, instalacyjnego i konstrukcyjno-budowlanego. W miarę możliwości istotne w tym zakresie są m.in. dane pochodzące z projektów budowlanych i dokumentacji powykonawczej i eksploatacyjnej zrealizowanych obiektów w rejonie przedmiotowej inwestycji.

Współczynnik filtracji przyjęto wg. Pazdro Z., Kozerski B. - 1990 r.

Na etapie wykonawczym (roboty ziemne i fundamentowanie) wskazany jest odbiór geotechniczny wykopu w celu weryfikacji przyjętych założeń projektowych i przydatności gruntów. Wymagania i wytyczne w tym zakresie zawierają np. instrukcje i specyfikacje techniczne ITB, IBDiM, PIG.

Z uwagi na skalę Inwestycji i relatywnie proste warunki gruntowe na obecnym etapie w zakres dokumentowania geotechnicznego nie wchodziły rozszerzone analizy na podstawie badań bezpośrednich są zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 1997-2:2007 oraz PN-EN 1997-1:2007 oraz najnowszymi wytycznymi do realizacji inwestycji drogowych (por. PIG-AGH-PW, 2018 czy IBDiM, 1999).

### 3. WYNIKI BADAŃ

#### 3.1. Położenie geograficzne i budowa geologiczna

Obszar badań usytuowany jest w obrębie Kotliny Warszawskiej (318.73) rejonizacja fizyczno-geograficzna za Kondrackim, 2002).

Planowa inwestycja jest zlokalizowana po południowej stronie ul. Poniatowskiego w Piastowie. Działka jest uzbrowiona. Jej płaska powierzchnia wyniesiona jest ok. 100,7-102,2 m n.p.m. Spadki są rzędu 2%.

Według Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (SMGP arkusz 523 – Warszawa Zachód) oraz jej przekroju geologicznego (otwory archiwalne 119-123) w podłożu przedmiotowego terenu zalegają następujące zespoły lito-facjalne:

- przypowierzchniowo występują nasypy i grunty organiczne - torfy i namuły den dolinnych i zagłębień bezodpływowych ( $Q_h$ );
  - lokalnie stwierdzone piaski i mułki eluwialno-eoliczne ( $^e_pQ$ );
  - poniżej nawiercono piaski wodnolodowcowe górne, miejscami zastoiskowe stadiu mazowiecko-podlaskiego - zlodowacenie środkowopolskie ( $^{fgb}_{p1}Q^2_p3$ );
  - piaski ze żwirami i głazami rzeczne, miejscami rezydualne lub wodno-lodowcowe - interglacjał pilicki ( $^{f_{pz}}Q^{1-2}_p3$ );
  - mułki, piaski i ropy zastoiskowe – stadiu mazowiecko-podlaski ( $^b_mQ^2_p3$ );
  - gliny zwałowe – stadiu maksymalny ( $^g_gQ^1_p3$ );
  - piaski, mułki i ropy zastoiskowe, miejscami wodnolodowcowe – stadiu maksymalny ( $^{bfg}_pQ^1_p3$ );
  - ropy, mułki i piaski pliocenu (PI).
- Teren badań znajduje się poza obszarami aktywnych procesów geodynamicznych wynikających z obecności wysokich skarp. W sąsiedztwie inwestycji znajdują się niewielkie skarpy <3m, w tym nasypy na terenie kolejowym.
- Projektowany obiekt znajduje się poza obszarami występowania zjawisk i form krasowych oraz gruntów zapadowych.
- Działka znajduje się poza strefą oddziaływania współczesnej erozji, poza obszarami delt rzek oraz obszarami morskimi, poza oddziaływaniem czynnej eksploatacji czy szkód górniczych i poza nieciągłymi deformacjami górotworu.
- Działka nie jest w strefie szczególnego zagrożenia powodziowego – obszar badań został objęty arkuszem nr N-34-138-B-c-4 na Mapie Zagrożenia Powodziowego (system ISOK – KZGW).
- Teren badań nie jest zwaloryzowany na Mapie Obszarów Zagrożonych Podtopieniami (system CBDG - geologia.gov.pl - warstwa: Geozagrożenia) przedstawiającej zjawisko wody gruntowej w strefie 0,0-0,5 m p.p.t.
- Teren okresowo może wykazywać wysokie położenie wód gruntowych.
- Na badanym terenie do niekorzystnych czynników można zaliczyć:
- grunty o genezie antropogenicznej (nasypy nie spełniające wymagań budowlanych) o znacznej miąższości (1-2 m poniżej poziomu posadowienia),
  - grunty organiczne (poniżej poziomu posadowienia),
  - możliwość pojawiania się okresowych wód zawieszonych na stropie wkładek gruntów spoistych,
  - występowanie wkładek uplastycznionych gruntów spoistych,
  - występowanie gruntów wrażliwych strukturalnie i wysadzinowych.

### 3.2. Charakterystyka geologiczno-inżynierska podłoża

Syntezę modelu budowy geologicznej przedstawiono na przekroju geotechnicznym (Zał. 2), kartach dokumentacyjnych wierceń badawczych (Zał. 4.1-4.4). Lokalizacje otworów podano na mapie dokumentacyjnej (Zał. 1).

#### GENEZA: GRUNTY ANTROPOGENICZNE – Mg (PN-EN ISO 14688)

- **Warstwa nr I** – wg PN-86/B-02480 – nasypy nie odpowiadające wymogom budowlanym; wg PN-EN ISO 14688 – grunty antropogeniczne. Szczegółowy skład warstwy nasypowej podano w kartach otworów badawczych. Stwierdzona miąższość warstwy I w rejonie otworów OW1-4 wynosi ok. 0,4-1,6 m n.p.m.

Warstwa wykazuje niejednorodność pod względem składu litologicznego i stanu. Dla omawianej warstwy nie określano wartości parametrów geotechnicznych.

#### GENEZA JEZIORNA LUB ZASTOISKOWA – GRUNTY ORGANICZNE – O (PN-EN ISO 14688)

- **Warstwa nr II** – wg PN-86/B-02480 – namuły gliniaste z wkładkami torfów; wg PN-EN ISO 14688 – grunty organiczne. Stwierdzona miąższość warstwy II w rejonie OW-1 wynosi ok. 1 m, w strefie głębokości ok. 0,4-1,4 m.
  - stan twardoplastyczny;
  - przyjęto wartość stopnia plastyczności –  $I_L=0,25$ ;namuły są gruntami bardzo wysadzinowymi, nienośnymi;
  - namuły to grunty półprzepuszczalne  $k=10^{-8}$ - $10^{-6}$  m/s wg Macioszczyk A. za Pazdro Z. i Kozerski B., 1990.Charakteryzowane namuły gliniaste (o zawartości składników organicznych 5-30%) są gruntami o małej wytrzymałości i dużej lub zmiennej ściśliwości.

#### GRUNTY NIESPOISTE

##### GENEZA: WODNO-LODOWCOWA, MIEJSCOWO ZASTOISKOWE (PN-EN ISO 14688)

- **Warstwa nr III** - wg PN-86/B-02480, PN-EN ISO 14688 - piaski drobne zawierające domieszkę frakcji pyłowej oraz piaski pylaste z domieszką frakcji iłowej 022:
  - stan średnio zagęszczony;
  - przyjęto wartość wiodącą stopnia zagęszczenia –  $I_D^{(n)}=0,40$ ;
  - piaski drobne to grunty niewysadzinowe;
  - piaski pylaste to grunty wątpliwe pod względem wysadzinowości;
  - piaski drobne to grunty średnio przepuszczalne (współczynnik filtracji  $k=10^{-5}$ - $10^{-4}$  m/s – wg Macioszczyk za Pazdro, Kozerski 1990);
  - piaski pylaste to grunty słabo przepuszczalne (współczynnik filtracji  $k=10^{-6}$ - $10^{-5}$  m/s – wg Macioszczyk za Pazdro, Kozerski).

#### GRUNTY NIESPOISTE

##### GENEZA WODNO-LODOWCOWA, MIEJSCOWO ZASTOISKOWE (PN-EN ISO 14688)

- **Warstwa nr IV** - wg PN-86/B-02480, PN-EN ISO 14688 - piaski średnie z domieszką frakcji ilastej oraz zawierające wkładki gliny piaszczystej;
  - stan średnio zagęszczony;



- przyjęto wartość wiodącą stopnia zagęszczenia –  $I_D^{(n)} = 0,45$ ;
- piaski średnie to grunty niewysadzinowe;
- piaski średnie to grunty o dobrej przepuszczalności (współczynnik filtracji  $k = 10^{-4}$ - $10^{-3}$  m/s – wg Macioszczyk za Pazdro, Kozerski 1990).

Przyjęty model geologiczny podłoża gruntowego jest interpretacją pomiędzy punktami badawczymi. Opracowane przekroje podłużne mogą różnić się od rzeczywistego rozkładu przestrzennego litologii i parametrów fizyczno-mechanicznych. Nie analizowano morfologii terenu między punktami badawczymi (przekrój geologiczno – inżynierski nie obejmuje analizy nachyleń związanych z korpusem drogowym, rowami melioracyjnymi i przydrożnymi itp.).

W przypadku potwierdzenia laboratoryjnego niskich wartości wskaźnika  $C_u < 6$  piasków, zgodnie z PN-EN ISO 14688-2: 2006/Ap:2012 tab.2, grunty te należy określać jako równomiernie uziarnione, które są poza grupą gruntów dobrze zagęszczalnych.

Ewentualne stwierdzenie w wykopie / dnie korytowania gruntów o zwiększonej zawartości frakcji drobnych (pyłowej i ilowej) bądź gruntów organicznych skutkować to może zmianą kwalifikacji gruntów pod względem wysadzinowości. Dotyczy to np. tzw. „piasków zaglinionych (zailonych) i zapylonych”, które pod względem uziarnienia odpowiadają gruntom niespoistym, bliskim granicy z gruntami mało spoistymi - wg. *Instrukcji GDDP* (IBDiM, 1998).

### 3.3. Warunki wodne

Na badanym terenie główny, użytkowy, czwartorzędowy poziom wodonośny charakteryzuje się brakiem izolacji. Przepływ strumienia wód podziemnych przyjmuje kierunek południowo-zachodni w stronę rzeki Utraty. Wymieniona rzeka przepływa w odległości ok. 1,8 km od przedmiotowego terenu.

W czerwcu 2020 r. w otworze OW-1, nawiercono warstwę wodonośną o zwierciadle swobodnym, na głębokości ok. 2,3 m p.p.t., co odpowiada rzędnej ok. 98,5 m n.p.m.

Poziom wody gruntowej w okresie opracowania dokumentacji zakwalifikowano jako stan zbliżony do niskiego. Głębokość wód będzie ulegać naturalnym wahaniom. Po intensywnych i długotrwałych opadach atmosferycznych czy wiosennych roztopach zwierciadło wód gruntowych może podnieść się o ok. 1,0 m względem stanu obecnego. Wstępnie szacuje się amplitudę sezonową ok. +/- 1 m (zakres 2m), jednak nie wyklucza się możliwości wystąpienia większych zakresów wahań.

W ramach niniejszego opracowania nie analizowano szczegółowo wpływu ewentualnych czynników antropogenicznych na zasięg pionowy zmian poziomu wód (np. czynne ujęcia wód podziemnych, odwodnienia budowlane). Dokładne wyznaczenie strefy wahań poziomu wód podziemnych i powierzchniowych wymagałoby zainstalowania piezometru, w którym prowadzone byłyby w dłuższym okresie czasu obserwacje wód podziemnych. Zaleca się uwzględnienie doświadczeń lokalnych (wyników archiwalnych badań geologicznych i geotechnicznych) i państwowych zasobów danych (Bank Hydro, CBDG, dokumentacje archiwalne zgromadzone w NAG i archiwach lokalnych).

Na podstawie wytycznych *Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych* (GDDKiA, 2016) na badanym terenie, w okresie przeprowadzonych badań, występowały przeważnie dobre warunki wodne. Zgodnie z ww. wytycznymi do projektowania



wskazane jest przyjmowanie najwyższych notowanych stanów na terenie inwestycji, które pogarszają powyższą kwalifikację do złych warunków wodnych. Należy uwzględnić projektowany sposób odwodnienia nawierzchni oraz zakres utwardzeń poboczy.

Przybliżoną charakterystykę wodonośca pod względem wodoprzepuszczalności omówiono w rozdziale 3.2., na podstawie danych literaturowych (Pazdro, Kozerski, 1990).

#### 4. WNIOSKI

- Na podstawie aktualnych badań opracowano model geologiczny o uwarstwionym podłożu gruntowym (przekrój geologiczno-inżynierski z. 2, tabela parametrów z. 3, karty dokumentacyjne badań polowych z. 4.1-4.4.,. Opis techniczny wydzielonych warstw podano w rozdziale 3.2. Wydzielono następujące warstwy:
  - nr I – nasypy nie odpowiadające wymaganiom budowlanym;
  - nr II – namuły gliniaste przewarstwione torfem, twardeplastyczne -  $I_L^{(n)}=0,25$ ;
  - nr III – piaski drobne i pylaste średnio zagęszczone –  $ID^{(n)}=0,40$ ;
  - nr IV – piaski średnie z wkładkami gliny piaszczystej, średnio zagęszczone -  $ID^{(n)}=0,45$ .
- Do projektowania parkingu zaleca się przyjąć przeciętne warunki wodne, a w przypadku miejsc o wysokim położeniu stropu gruntów słabo przepuszczalnych - złe warunki wodne (okresowe gromadzenie się wód zawieszonych). Należy uwzględnić projektowany sposób odwodnienia nawierzchni oraz zakres utwardzeń poboczy.
- Dokonano kwalifikacji makroskopowej podłoża pod względem wysadzinowości:
  - warstwa nr I – nasypy budowlane (do usunięcia lub wzmocnienia na podst., projektu indywidualnego);
  - warstwa nr II – gundy wysadzinowe (namuły gliniaste);
  - warstwa nr II – grunty niewysadzinowe (piaski drobne), grunty wątpliwe (piaski pylaste);
  - warstwa nr III – grunty niewysadzinowe (piaski średnie).
- Na podstawie wytycznych *Katalogu ...* (GDDKiA, 2016) wskazane jest indywidualne projektowanie (niejednorodny nasyp niekontrolowany). W strefie niejednorodnych gruntów nasypowych (warstwa nr I) i gruntów organicznych (warstwa nr II) o niskich parametrach wytrzymałościowych i dużej ścisłości należy zabezpieczyć konstrukcję parkingu i ewentualne sieci infrastrukturalne przed nadmiernym i nierównomiernym osiadaniem. W przypadku ograniczonej możliwości ich wzmocnienia poprzez wymianę, zaleca się dodatkowe zabezpieczenia geotechniczne (np. odpowiedni dobór geosyntetyku). O rozwiązaniach projektowo-wykonawczych decyduje Projektant.
- Dno korytowania pod konstrukcję nawierzchni parkingu należy zabezpieczyć przed wodami opadowymi i roztopowymi. Grunty należy chronić przed zmianą wilgotności naturalnej oraz utratą pierwotnej struktury i właściwości mechanicznych w efekcie drgań i wibracji generowanych np. przez użyty ciężki sprzęt. Gruntami szczególnie wrażliwymi pod tym względem są grunty mało spoiste i spoiste.
- Przydatność gruntów stwierdzonych w niniejszej dokumentacji do stabilizacji spoiwami powinna określić receptura laboratoryjna.

- Głębokość strefy przemarzania w omawianym rejonie wynosi 1 m p.p.t. W wymienionej strefie nasypy, grunty organiczne oraz pozostałe wysadzinowe powinny zostać usunięte, zaś w przypadku piasków pylastych ewentualnie nadsypane.
- Wartości parametrów pomierzonych i wyprowadzonych na podstawie badań odnoszą się do okresu niskich stanów wód podziemnych. Należy uwzględnić możliwość zmian parametrów z uwagi na zmiany w czasie warunków wodnych.
- W przypadku napotkania uplastycznionych partii gruntów należy je wybrać ręcznie i zastąpić chudym betonem lub piaskiem stabilizowanym cementem.
- Prace ziemne należy prowadzić pod nadzorem wykwalifikowanych geotechników (geolodzy, inżynierowie budowlani) w celu zapewnienia prowadzenia robót zgodnie z wymaganiami projektowymi.
- Należy rozważyć odprowadzanie wody opadowej z parkingu do kanalizacji lub studni chłonnych za pomocą odwodnienia liniowego.
- Z uwagi na możliwość pojawiania się wód gruntowych na stropie soczewek gruntów słabo przepuszczalnych, zalecana jest warstwa odsączająca (piaski, żwiry 10-20 cm po zagęszczeniu).
- Zgodnie z normą PN-EN 1997 EC7 wymagana jest kontrola i odbiór podłoża gruntowego w celu sprawdzenia zgodności z założeniami projektowymi (dokumentacja projektowa powinna określić wymagania dot. wskaźnika zagęszczenia i modułu sprężystości).
- W przypadku zagęszczenia mechanicznego oraz stabilizacji spoiwami, należy dokonać szczegółowej oceny laboratoryjnej przydatności gruntów dla zastosowania danej technologii.

## 5. MATERIAŁY, NORMY ORAZ PODSTAWA PRAWNA

- PN-EN 1997-1: 2008/A1: 2014-05E - Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- PN-EN 1997-2: 2009/AC: 2010P - Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- PN-EN ISO 14688-1: 2006/A1: 2014-02E - Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis.
- PN-EN ISO 14688-2: 2006/A1: 2014-02E - Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 2: Zasady klasyfikowania.
- PN-EN ISO 14689-1: 2006P – Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie skał – część 1: Oznaczanie i opis.
- PN-EN ISO 22475-1: 2006E – Rozpoznanie i badania geotechniczne – Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych – Część 1: Techniczne zasady wykonania.
- PN-EN ISO 22476-2: 2005/A1: 2012E – Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania polowe – Część 2: Sondowanie dynamiczne.
- PN-EN ISO 22476-3: 2005/A1: 2012E – Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania polowe – Część 3: Sonda cylindryczna SPT.
- PN-EN ISO 22476-12: 2009 – Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania polowe. Część 12: Badanie sondą stożkową (CPTM) o końcówce mechanicznej.
- PN-EN 206-1: 2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.

- PN-B-02479: Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne. Zastąpiona przez PN-EN 1997 – 1: 2009
- PN-B-02481: 1998 – Geotechnika – Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- PN-B-02480: 1986 – Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- PN-B-03020: 1981 - Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie. (z późn. zm.).
- PN-B-04452:2002 Grunty budowlane. Badania polowe.
- PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntów.
- PN-B-06050: 1999/Ap 1: 2012 - Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne..
- 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. 2016 poz.124)
- Rozporządzenie 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)
- Ustawy: Prawo budowlane (Dz. U. z 2019 r. poz. 1186, 1309, 1524, 1696, 1712, 1815, 2166, 2170), Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2019 r. poz. 1396, 1403, 1495, 1501, 1527, 1579, 1680, 1712, 1815, 2087, 2166), Prawo wodne (Dz. U. z 2018 r. poz. 2268, z 2019 r. poz. 125, 534, 1495, 2170).
- Wiłun Z., 2013. Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Wysokiński L., Kotlicki W. Godlewski T. Projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7. Poradnik. ITB, Warszawa, 2011 r.
- Frankowski Z., Wysokiński L. (red.), 2000 — Atlas geologiczno-inżynierski Warszawy. Centr. Arch. Geol. PIB-PIB, Warszawa.
- Myślińska E. Laboratoryjne badania gruntów i gleb. Wyd. UW. Warszawa, 2016.
- Hawrysz M., Stróżyk J., 2015 - Kontrowersyjna interpretacja wyników sondowań dynamicznych w praktyce inżynierskiej, Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 3/2015.
- Batog A., Hawrysz M.– Projektowanie budowli ziemnych w skomplikowanych i złożonych warunkach geotechnicznych - „Geoinżynieria” lipiec-wrzesień 3 (44) 2013.
- Pazdro Z., 1977. Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geol. Warszawa.
- Macioszczyk A. i in. Podstawy hydrogeologii stosowanej. Wyd. PWN, Warszawa 2012
- Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych, Cz. 2 (GDDP, 1998)
- Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych, Instytut Badawczy Dróg i Mostów. IBDiM, 2001.
- Wytyczne wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. GDDP, 2002.
- Kondracki J., 2002. Geografia fizyczna Polski, PWN Warszawa.
- Ocena stateczności skarp i zboczy. Instrukcja ITB nr 424/2006.
- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50000, Państwowy Instytut Geologiczny
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część A: Roboty ziemne i konstrukcje. Zeszyt 1: Roboty ziemne. Instrukcja ITB nr 427/2007.

# CZĘŚĆ GRAFICZNA