



# ZAKŁAD PROJEKTOWO HANDLOWY **GEOLOG**

75-361 Koszalin, ul. Dmowskiego 27  
tel./fax (0-94) 345-20-02 tel. kom. 602-301-597  
NIP: 669-040-49-70

---

## **GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA**

dla projektu modernizacji i rozbudowy oczyszczalni  
ścieków w m-ści **Połczyn Zdrój**

Zlecniodawca: Przedsiębiorstwo Projektowo-Usługowe  
PROJ-EKO Sp. z o.o.  
64-920 Piła, ul. Okrzei 18

Opracował: mgr Bolesław Plichta

Współpraca: mgr inż. Jakub Kanarek

Koszalin, styczeń 2013 r.

---

projekty i dokumentacje geologiczno- inżynierskie c projekty i dokumentacje warunków  
hydrogeologicznych dla obiektów mogących zanieczyścić wody podziemne c  
monitoring wód podziemnych c dokumentacje geotechniczne c nadzór geotechniczny

## **I. WSTĘP**

Niniejsze opracowanie wykonano na zlecenie Przedsiębiorstwa Projektowo-Usługowego PROJ-EKO Sp. z o.o., 64-920 Piła, ul. Okrzei 18.

Celem prac jest rozpoznanie i udokumentowanie warunków gruntowo-wodnych dla projektu modernizacji i rozbudowy oczyszczalni ścieków w m-ści Połczyn Zdrój.

Opracowanie wykonano zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r., w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z dnia 27.04.2012 r., poz. 463) oraz z Polskimi Normami PN-EN 1997-1: Eurokod 7: „Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne” i PN-EN 1997-2: Eurokod 7: „Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego”.

Opracowanie wykonano jak dla obiektów zaliczanych do pierwszej lub drugiej kategorii geotechnicznej, a więc obejmuje ono swym zakresem elementy opinii geotechnicznej, dokumentacji podłoża gruntowego oraz projektu geotechnicznego.

## **II. ZAKRES PRAC**

### **2.1. Prace polowe**

W ramach prac polowych wykonano 13 otworów badawczych:

- otwory nr 1 – 5 do głębokości 9,0 m, w miejscu projektowanego zbiornika retencyjnego ścieków (symbol 05 ZRS według projektu zagospodarowania),
- otwór nr 6 do głębokości 6,0 m, w miejscu planowanej pompowni wody technologicznej (20 PWT),
- otwory nr 7 – 10 do głębokości 3,0 m, w miejscu projektowanego budynku garażowego (27 BG),

- otwór nr 11 do głębokości 9,0 m, w miejscu nowego piaskownika wirowego (04 PWN),
- otwory nr 12 – 13 do głębokości 3,0 – 4,0 m, na terenie planowanego placu osadowego (23 PON).

Zostały one wykonane systemem okrętym przy użyciu łyżek wiertniczych i świdrów w rurach osłonowych o średnicach 120 i 90 mm. Podczas wierceń prowadzono ciągłe badania makroskopowe, a także pobrano charakterystyczne próbki gruntu i wody do badań laboratoryjnych.

Otwory po opróbowaniu starannie zlikwidowano, zasypując je urobkiem w odwrotnej kolejności do jego wydobywania. Likwidację otworów prowadzono sukcesywnie zgodnie z zasadami sztuki wiertniczej, co nie pogorszyło stanu środowiska.

Przy otworach nr 1, 3, 6 i 11 wykonano sondowania lekką sondą typu SL (DPL) do głębokości 6,0 – 8,0 m, w celu uściślenia stanu gruntów sypkich.

Prace i badania terenowe prowadzono zgodnie z normami wymienionymi we wstępie oraz wymogami PN-B-04452:2002 „Geotechnika - badania polowe” między innymi w zakresie makroskopowych badań gruntu, prowadzenia sondowań, poboru próbek oraz pomiarów zwierciadła wody gruntowej w wyrobiskach badawczych.

## 2.2. Prace geodezyjne

Otwory badawcze wyznaczono w terenie na podstawie otrzymanej od Zleceniodawcy, mapy sytuacyjno–wysokościowej w skali 1:500, metodą domiarów prostokątnych dowiązanych do punktów stałych w terenie. Po zakończeniu badań zaniwelowano rzędne powierzchni terenu w miejscach wierceń w nawiązaniu do państwowego układu wysokościowego. Za punkty odniesień przyjęto rzędne pokrywy studzienek kanalizacyjnych, o wysokościach: 73,66 m n.p.m., 80,98 m n.p.m. i 83,96 m n.p.m.

## 2.3. Badania laboratoryjne

Charakterystyczne próbki gruntów zbadano laboratoryjnie w celu określenia wilgotności naturalnej, ciężaru objętościowego, analizy uziarnienia

dla gruntów sypkich oraz zawartość części organicznych gruntów organicznych i próchnicznych. W przypadku próbki wody określono stopień agresywności

w stosunku do betonu zgodnie z PN-EN 206-1:2003 „Beton - Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność”.

#### 2.4. Prace kameralne

W ramach prac kameralnych wykonano:

- mapę dokumentacyjną w skali 1:500, na której zaznaczono miejsca wykonywanych otworów badawczych, linie przekrojów geotechnicznych oraz położenie reperów roboczych (załącznik nr 1),
- przekroje geotechniczne przez otwory nr 1 – 5, 7 – 10 i 12 – 13 w skali 1:100/250, na których przedstawiono przestrzenny układ gruntów, podział na warstwy geotechniczne, stany gruntów i poziom wody gruntowej, a także przybliżone poziomy posadowienia projektowanych obiektów (załączniki nr 2.1 – 2.4),
- karty dokumentacyjne otworów nr 6 i 7 (załączniki nr 3.1 i 3.2),
- wykresy sondowań sondą SL (załączniki nr 4.1 – 4.4),
- objaśnienia symboli użytych w opracowaniu (załącznik nr 5),
- część tekstową, którą opracowano w oparciu o wyniki wykonanych prac i badań, materiały archiwalne, dane z literatury oraz aktualne wytyczne i rozporządzenia.

### **III. BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI WODNE**

Pod względem geomorfologicznym jest to fragment wysoczyzny morenowej, rozciętej meandrującą Bystrą Strugą. Budowa geologiczna terenu oczyszczalni jest generalnie dosyć prosta. W podłożu, do zbadanej głębokości, stwierdzono występowanie utworów czwartorzędowych wieku holocenińskiego i plejstocenińskiego.

Powierzchnia terenu została w przeszłości znacznie zmieniona, w związku z czym od góry nawiercono grunty pochodzenia

antropogenicznego. Zarówno skład jak i miąższość nasypów są przestrzennie zróżnicowane. W rejonie projektowanego zbiornika retencyjnego ścieków (05 ZRS) i placu osadowego (23 PON) są to niekontrolowane nasypy piaszczysto-gruzowe, lokalnie z domieszkami gleby lub gruntów organicznych, o miąższości wahającej się w miejscach wierceń w granicach od 1,2 (otwór nr 12) do 2,5 m (otwór nr 5). Podczas wiercenia w tym miejscu natrafiano miejscami na grunty słabiej skonsolidowane. W rejonie pompowni wody technologicznej (20 PWT) – otwór nr 6 i piaskownika wirowego (04 PWN) – otwór nr 11 są to piaszczyste nasypy budowlane, odpowiednio o miąższości 2,4 i ~1,5 m. W przypadku budynku garażowego (27 BG), w składzie nasypów dominują zleżałe piaski z próchnicą, a także piaski gliniaste (otwór nr 7) o miąższości 0,8 – 2,4 m.

W rejonie otworów nr 3 i 4 oraz 12 i 13 pod nasypami nawiercono utwory holocenijskie akumulacji aluwialno-bagiennnej, wykształcone w postaci piasków drobnych próchnicznych lub piasków średnich z domieszkami części organicznych oraz w postaci torfów i namulów piaszczystych. Utwory te zalegają do głębokości od do w miejscach badań od ~3,0 do 3,4 m.

Plejstocen jest wykształcony generalnie w postaci niżej nawierconych różnoziarnistych piasków oraz żwirów. Lokalnie nawiercono niewielkie przewarstwienia gruntów spoistych. Są to więc głównie utwory akumulacji wodnolodowcowej, które do zbadanej głębokości 9,0 m nie zostały przewiercone.

Wodę gruntową nawiercono w niżej położonych otworach nr 1 – 6 oraz 12 i 13 w obrębie dobrze przepuszczalnych piasków i żwirów. W zależności od nadkładu słaboprzepuszczalnych gruntów organicznych oraz lokalnie mineralnych gruntów spoistych (otwór nr 6), zwierciadło ma charakter swobodny (otwory nr 1, 2, 4 i 5) lub lekko napięty. Ustabilizowane zwierciadło, zmierzone po zakończeniu wierceń, układało się na głębokościach od 0,8 (otwór nr 2) do 1,9 m (otwór nr 12), co odpowiada rzędnym od 72,5 (otwór nr 6) do 71,4 m n.p.m. (otwór nr 13).

Obraz warunków wodnych odnosi się do okresu wierceń i może ulegać okresowym zmianom w zależności od opadów atmosferycznych i pory roku. Przewiduje się wahania ustabilizowanego zwierciadła w granicach  $\pm 0,5$  m.

Dokładny obraz budowy geologicznej i warunków wodnych został przedstawiony w części graficznej na przekrojach geotechnicznych (załączniki nr 2.1 – 2.4).

#### **IV. WARUNKI GEOTECHNICZNE**

Występujące w podłożu grunty zaliczono do 12 warstw geotechnicznych, o zbliżonych cechach fizyko-mechanicznych. Z podziału wyłączono glebę i niekontrolowane nasypy, ze względu na zmienny skład i chaotyczne ułożenie cząstek. Wyszczególniono następujące warstwy geotechniczne:

- **warstwa geotechniczna Ia** obejmująca torfy. Są to grunty organiczne występujące w stanie średniorozłożonym. Grunty te charakteryzują się dużą ściśliwością i małym oporem na ścinanie;
- **warstwa geotechniczna Ib** obejmująca piaszczyste namuły organiczne, występujące w stanie miękkoplastycznym. Wartość charakterystyczną stopnia plastyczności przyjęto w wysokości  $I_L^{(n)} = 0,60$ ;
- **warstwa geotechniczna Ic** obejmująca piaszczyste namuły organiczne, występujące w stanie plastycznym. Wartość charakterystyczną stopnia plastyczności przyjęto w wysokości  $I_L^{(n)} = 0,45$ ;
- **warstwa geotechniczna IIa** obejmująca piaski drobne próchnicze, występujące w stanie średniozagęszczonym. Uśrednioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości  $I_D^{(n)} = 0,40$ ;
- **warstwa geotechniczna IIb** obejmująca piaski średnie z domieszkami próchnicy, występujące w stanie średniozagęszczonym. Do warstwy tej włączono nasypy budowlane o zbliżonym składzie w otworze nr 6. Uśrednioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości  $I_D^{(n)} = 0,40$ ;

- **warstwa geotechniczna IIIa** obejmująca piaski drobne, występujące w stanie średniozagęszczonym. Uśrednioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości  $I_D^{(n)} = 0,50$ ;
- **warstwa geotechniczna IIIb** obejmująca piaski drobne, występujące w stanie zagęszczonym. Uśrednioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości  $I_D^{(n)} = 0,68$ ;
- **warstwa geotechniczna IIIc** obejmująca piaski średnie, występujące w stanie luźnym. Uśrednioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości  $I_D^{(n)} = 0,25$ ;
- **warstwa geotechniczna IIId** obejmująca piaski średnie i grube, występujące w stanie średniozagęszczonym. Do warstwy tej włączono piaszczyste nasypy budowlane w otworach nr 6 i 11. Uśrednioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości  $I_D^{(n)} = 0,50$ ;
- **warstwa geotechniczna IIle** obejmująca piaski średnie i grube, występujące w stanie zagęszczonym. Uśrednioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości  $I_D^{(n)} = 0,68$ ;
- **warstwa geotechniczna IIIf** obejmująca żwiry, występujące w stanie średniozagęszczonym. Uśrednioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości  $I_D^{(n)} = 0,50$ .

Współczynniki wodoprzepuszczalności gruntów przepuszczalnych według Wiłuna<sup>1</sup> można przyjąć:

- dla piasku drobnego  $k = 10^{-2} - 10^{-3} \text{ cm/s}$ ,
- dla piasku grubego i średniego  $k = 10^{-1} - 10^{-2} \text{ cm/s}$ ,
- dla drobnego żwiru  $k = 10 - 10^{-1} \text{ cm/s}$ ,

natomiast na wykresach uziarnień podano wartości współczynników filtracji, wyliczonych na podstawie wzoru amerykańskiego  $k = 0,0036 \cdot d_{20}^{2,3}$ ;

- **warstwa geotechniczna IV** obejmująca gliny, występujące w stanie twardoplastycznym. Uśrednioną wartość charakterystyczną stopnia

---

<sup>1</sup> Wiłun Zenon. Zarys geotechniki. Wydawnictwo Komunikacji Łączności. Warszawa 1982

plastyczności przyjęto w wysokości  $I_L^{(n)} = 0,20$ . Grunty tej warstwy należą do grupy B według PN - 81/B - 03020.

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych ustalono metodą B i C według w/w normy i podano w poniższej tabeli.

Tabela 1. Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych ustalone metodą B i C według PN - 81/B – 03020

| Warstwa geotechniczna | Rodzaj gruntu                         | Stan gruntu         | Stopień zagęszczenia | Stopień plastyczności | Grupa | Wilgotność naturalna | Gęstość objętościowa                | Kąt tarcia wewnętrznego | Spójność             | Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej | Współczynnik materiałowy |
|-----------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-------|----------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|---|--------------------------|
|                       |                                       |                     | $I_D^{(n)}$          | $I_L^{(n)}$           |       | $w_n$<br>[%]         | $\rho^{(n)}$<br>[t/m <sup>3</sup> ] | $\phi_u^{(n)}$<br>[°]   | $c_u^{(n)}$<br>[kPa] | $M_o^{(n)}$<br>[kPa]                    | $\gamma_m$               |
| Ia                    | torf                                  | średnio-rozłożony   | —                    | —                     | —     | 300                  | 1,05                                | 0                       | 15                   | 500                                     | $1 \pm 0,2$              |
| Ib                    | namuł piaszczysty                     | międko-plastyczny   | —                    | 0,60                  | —     | 70                   | 1,40                                | 5                       | 15                   | 1000                                    | $1 \pm 0,2$              |
| Ic                    | namuł piaszczysty                     | plastyczny          | —                    | 0,45                  | —     | 60                   | 1,50                                | 8                       | 15                   | 2000                                    | $1 \pm 0,2$              |
| Ila                   | piasek drobny próchniczny             | średnio-zagęszczony | 0,4                  | —                     | —     | 18<br>naw*           | 1,70<br>1,85                        | 30                      | —                    | 45000                                   | $1 \pm 0,2$              |
| Ib                    | piasek średni z domieszkami próchnicy | średnio-zagęszczony | 0,4                  | —                     | —     | 16<br>naw*           | 1,80<br>1,95                        | 32                      | —                    | 70000                                   | $1 \pm 0,2$              |
| IIla                  | piasek drobny                         | średnio-zagęszczony | 0,5                  | —                     | —     | 16<br>naw*           | 1,75<br>1,90                        | 30,5                    | —                    | 65000                                   | $1 \pm 0,1$              |
| IIlb                  | piasek drobny                         | zagęszczony         | 0,68                 | —                     | —     | 14<br>naw*           | 1,85<br>2,00                        | 31,4                    | —                    | 85000                                   | $1 \pm 0,1$              |
| IIlc                  | piasek średni                         | luźny               | 0,25                 | —                     | —     | 16<br>naw*           | 1,8<br>1,95                         | 31,3                    | —                    | 62500                                   | $1 \pm 0,1$              |
| IIId                  | piasek średni, piasek gruby           | średnio-zagęszczony | 0,5                  | —                     | —     | 14<br>naw*           | 1,85<br>2,00                        | 33                      | —                    | 97500                                   | $1 \pm 0,1$              |
| IIle                  | piasek średni, piasek gruby           | zagęszczony         | 0,68                 | —                     | —     | 12<br>naw*           | 1,9<br>2,05                         | 34,2                    | —                    | 125000                                  | $1 \pm 0,1$              |
| IIIf                  | żwir                                  | średnio-zagęszczony | 0,5                  | —                     | —     | 12<br>naw*           | 1,9<br>2,05                         | 38,5                    | —                    | 155000                                  | $1 \pm 0,1$              |
| IV                    | gлина                                 | twardo-plastyczny   |                      | 0,2                   | B     | 16                   | 2,15                                | 18,3                    | 32                   | 37000                                   | $1 \pm 0,1$              |

\*grunty nawodnione



Wartości obliczeniowe  $x^{(r)}$  poszczególnych parametrów geotechnicznych należy obliczać według wzoru:

$$x^{(r)} = x^{(n)} \cdot \gamma_m$$

gdzie:

$x^{(n)}$  – wartość charakterystyczna parametru geotechnicznego,

$\gamma_m$  – współczynnik materiałowy.

Wartość współczynnika materiałowego, dla występujących w podłożu gruntów mineralnych (warstwy IIIa – IIIf i IV), należy przyjmować zgodnie z punktem 3.2 PN - 81/B - 03020 w wysokości  $\gamma_m = 1 \pm 0,1$ , natomiast dla gruntów organicznych (warstwy Ia, Ib i Ic) lub z domieszkami części organicznych (warstwy IIa i IIb), proponuje się współczynnik niejednorodności ustalony na podstawie doświadczeń z rejonu w wysokości  $\gamma_m = 1 \pm 0,2$ .

## **V. WNIOSKI**

1. W świetle rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r., w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z dnia 27.04.2012 r., poz. 463), na badanym terenie istnieją zróżnicowane warunki gruntowe. Biorąc pod uwagę parametry geotechniczne gruntów występujących w poziomie posadowienia projektowanych obiektów, złożone warunki gruntowe występują w rejonie planowanego nowego placu osadowego (23 PON), natomiast na pozostałym terenie są one proste. O kategorii geotechnicznej obiektu (lub poszczególnych obiektów) ostatecznie zadecyduje projektant, opracowujący projekt budowlany.
2. O sposobie posadowienia każdorazowo zadecyduje projektant konstruktor po przeprowadzeniu sprawdzających obliczeń statycznych. Biorąc pod uwagę planowane poziomy posadowienia (oznaczone w części graficznej na przekrojach geotechnicznych i kartach otworów nr 6 i 11), w spodzie zbiornika retencyjnego ścieków (05 ZRS), pompowni wody technologicznej (20 PWT) i piaskownika wirowego (04 PWN) występują

rodzime grunty mineralne charakteryzujące się wysokimi parametrami geotechnicznymi (średniozagęszczone i zagęszczone piaski oraz żwiry).

W przypadku budynku garażowego (27 BG), który będzie lekkim płytko posadowionym obiektem proponuje się go posadowić w obrębie mineralnych gruntów antropogenicznych, które w tym miejscu są już mocno zleżałe. Bezpośrednio pod fundamentami proponuje się jednak wykonać podsypkę piaszczysto-żwirową o miąższości minimum 0,3 m, a nasypy w dnie wykopu dogęścić przy pomocy zagęszczarki o jak największym zasięgu. Po wykonaniu tych czynności można przyjąć dodatkowe obciążenie na strop gruntów nasypowych w wysokości  $q = 100 \text{ kPa}$ .

Najgorsze warunki panują w rejonie nowego placu osadowego (23 PON), ponieważ od góry występują słabiej skonsolidowane grunty nasypowe (natrafiono tu także na hałdy stosunkowo świeżo zdeponowanych kamieni i fragmentów gruzu betonowego, które w okresie wierceń przykryte były śniegiem), głębiej natomiast grunty organiczne, charakteryzujące się słabą wytrzymałością. Proponuje się więc częściową wymianę gruntów nasypowych na podsuszkę piaszczysto-żwirową (o parametrach tej warstwy zadecyduje projektant konstruktor) i ewentualne zastosowanie geosyntetyków.

3. Wszelkie przegłębienia poniżej przyjętego poziomu posadowienia należy uzupełnić materiałem nośnym (podsypka, chudy beton). Stopień zagęszczenia podsypki określi projektant konstruktor.
4. Zwraca się uwagę na wysoki poziom wód gruntowych w rejonie planowanego zbiornika retencyjnego ścieków (05 ZRS) oraz piaskownika wirowego (04 PWN). Obniżenie zwierciadła będzie wymagało zastosowania metod wgłębnych (np. igłofiltrów). Współczynniki filtracji gruntów przepuszczalnych podano w rozdziale III oraz na wykresach uziarnień (do obliczeń wydajności urządzeń odwodniających proponuje się przyjąć mniej korzystne wyższe wartości współczynników). Ostateczną decyzję co do sposobu odwodnienia podejmie projektant obiektu.

5. Próbką wody pobrana z otworu nr 1 nie wykazuje agresywności w stosunku do betonu według normy PN-EN 206-1:2003 „Beton - Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność”.
6. Z uwagi na dość duże odległości pomiędzy otworami badawczymi, na przekrojach geotechnicznych (załączniki nr 2.1 – 2.4) przedstawiono jedynie przybliżony zasięg zalegania gruntów poszczególnych warstw. Dotyczy to w szczególności gruntów antropogenicznych oraz rejonu występowania gruntów organicznych. Dlatego dno wykopu należy poddać dokładnym oględzinom w celu wykrycia ewentualnych „gniazd” gruntów słabonośnych, nieuchwyconych wierceniami. Generalnie zaleca się prace ziemne prowadzić pod nadzorem geotechnicznym.
7. Projektowanie posadowień bezpośrednich i związane z tym obliczenia statyczne proponuje się wykonać zgodnie z PN - 81/B - 03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli”. Przy wyznaczaniu wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych należy przyjmować bardziej niekorzystną wartość współczynnika materiałowego  $\gamma_m$  tj. zapewniającego większe bezpieczeństwo budowli. Zgodnie z p. 3.3.4. powyższej normy wartość współczynnika korekcyjnego  $m$ , potrzebnego do wyznaczenia obliczeniowego oporu granicznego gruntu, należy zmniejszyć mnożąc go przez 0,9 ponieważ wartość parametrów geotechnicznych ustalono metodą B i C. Potrzebne do obliczeń statycznych współczynniki nośności podaje się w poniższej tabelce. Zgodnie z w/w normą wyznaczono je dla poszczególnych warstw geotechnicznych, w zależności od wartości obliczeniowych kątów tarcia  $\Phi_u^{(r)}$  wynoszących:

$$\Phi_u^{(r)} = \Phi_u^{(n)} \cdot \gamma_m$$

gdzie:

- $\Phi_u^{(n)}$  – wartość charakterystyczna kąta tarcia dla poszczególnej warstwy geotechnicznej podana w tabeli nr 1,
- $\gamma_m$  – współczynnik materiałowy wynoszący 0,9 dla gruntów mineralnych (warstwy IIIa – IIIf i IV) oraz 0,8 dla gruntów organicznych (warstwy Ia – Ic) lub z domieszkami części organicznych (warstwy IIa i IIb).

Tabela 2. Wartości współczynników nośności

| Warstwa geotechniczna | $\Phi_u^{(r)}$<br>[°] | Współczynniki nośności |       |       |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------|-------|
|                       |                       | $N_D$                  | $N_C$ | $N_B$ |
| Ia                    | 0                     | 1                      | 5,14  | 0,00  |
| Ib                    | 4                     | 1,43                   | 6,15  | 0,02  |
| Ic                    | 6,4                   | 1,78                   | 6,95  | 0,07  |
| IIa                   | 24                    | 9,60                   | 19,32 | 2,87  |
| IIb                   | 25,6                  | 11,36                  | 21,62 | 3,72  |
| IIIa                  | 27,45                 | 13,86                  | 24,76 | 5,01  |
| IIIb                  | 28,26                 | 15,15                  | 26,32 | 5,70  |
| IIIc                  | 28,17                 | 15,00                  | 26,14 | 5,62  |
| IIId                  | 29,7                  | 17,79                  | 29,44 | 7,18  |
| IIIe                  | 30,78                 | 20,11                  | 32,08 | 8,54  |
| IIIf                  | 34,65                 | 31,88                  | 44,68 | 16,01 |
| IV                    | 16,47                 | 4,53                   | 11,94 | 0,78  |

8. Prace ziemne i odwodnieniowe należy prowadzić starannie, aby nie naruszyć naturalnej struktury gruntów, co obniżyłoby ich nośność. Jest to szczególnie ważne w obrębie piasków nawodnionych, których parametry wytrzymałościowe, pod wpływem np. wstrząsów mechanicznych, mogą ulec obniżeniu.
9. Wykopy należy chronić również przed zalewaniem wodą i zamarzaniem. Rozluźnione lub rozrobione partie gruntów należy dogęścić (po odpowiednim obniżeniu zwierciadła) lub usunąć z podłoża i zastąpić podsypką piaszczysto- żwirową (lub chudym betonem).
10. Głębokość przemarzania w tym rejonie wynosi 0,8 m według PN - 81/B - 03020.