

# OPINIA GEOTECHNICZNA oraz **DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO,** PROJEKT GEOTECHNICZNY OKREŚLAJĄCE GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA

temat

Przebudowa pompowni wody technologicznej oczyszczalni ścieków Pomorzany w Szczecinie wraz z budową sieci wodociągowej Dy 225mm PE zasilającej obiekty oczyszczalni oraz budową przyłącza wodociągowego Dy 160mm PE do stacji pras i przyłącza Dy 110mm PE do stacji zagęszczania osadu (dz. nr 9/5, 9/6, 9/8, 11 z obrębu Szczecin Śródmieście, nr 1059).

Zlecienniodawca

Biuro Projektowo-Consultingowe PROEKO S.C.

mięscowość/obrub

Szczecin

gmina

Szczecin

powiat

Szczecin

województwo

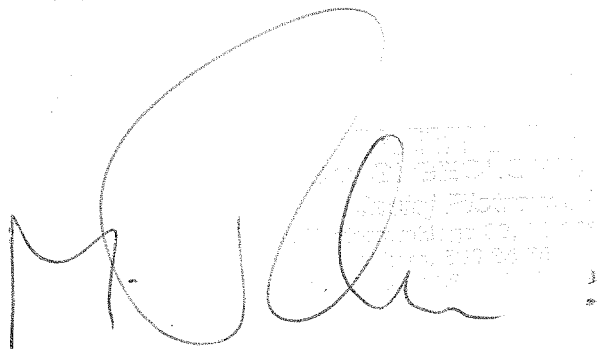
zachodniopomorskie

autor

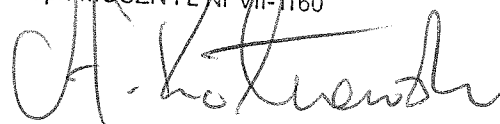
mgr Maciej Piotrowski

podpis

dr Andrzej Piotrowski



dr Andrzej Piotrowski  
upr. geol. CUG 02 0939  
upr. MOSZN i L Nr VII-0072  
upr. MOSZN i L Nr VII-1160



## **SPIS TREŚCI**

### **CZĘŚĆ TEKSTOWA:**

#### **1. PODSTAWA OPRACOWANIA**

#### **2. ZAGOSPODAROWANIE TERENU ORAZ CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA, HYDROLOGICZNA I GEOTECHNICZNA PODŁOŻA**

- 2.1. Położenie administracyjne i zagospodarowanie dokumentowanego terenu
- 2.2. Budowa geologiczna
- 2.3. Warunki wodne
- 2.4. Dokumentacja badań podłoża gruntowego wraz z charakterystyką geotechniczną

#### **3. WNIOSKI I ZALECENIA**

#### **4. PROJEKT GEOTECHNICZNY**

- 4.1. PROGNOZA ZMIAN WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO W CZASIE
- 4.2. OBLICZENIOWE PARAMETRY GEOTECHNICZNE
- 4.3. OKREŚLENIE CZĘŚCIOWYCH WSPÓŁCZYNNIKÓW BEZPIECZEŃSTWA DO OBLICZEŃ GEOTECHNICZNYCH
- 4.4. OKREŚLENIE ODDZIAŁYWAŃ GRUNTU
- 4.5. MODEL OBLICZENIOWY PODŁOŻA GRUNTOWEGO
- 4.6. OBLICZENIE NOŚNOŚCI I OSIADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO ORAZ OGÓLNEJ STATECZNOŚCI
- 4.7. USTALENIE DANYCH NIEZBĘDNYCH DO PROJEKTOWANIA OBIEKTÓW
- 4.8. SPECYFIKACJA BADAŃ NIEZBĘDNYCH DO ZAPEWNIENIA WYMAGANEJ JAKOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH
- 4.9. OKREŚLENIE SZKODLIWOŚCI ODDZIAŁYWAŃ WÓD GRUNTOWYCH NA OBIEKT BUDOWLANY I SPOSOBÓW PRZECIWDZIAŁANIA TYM ZAGROŻENIOM
- 4.10. OKREŚLENIE ZAKRESU NIEZBĘDNEGO MONITOROWANIA WYBUDOWANEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO I OBIEKTÓW SĄSIADUJĄCYCH

### **CZĘŚĆ GRAFICZNA:**

- 1. Mapa przeglądowa obszaru planowanej inwestycji na fragmencie mapy topograficznej w skali 1: 50 000 (Zał. Graf. 1)
- 2. Mapa dokumentacyjna terenu w skali 1: 2 000 wraz z profilami otworów geotechnicznych (Zał. Graf. 2)

### **TABELE:**

- 1. Objasnienia i symbole (Tabela nr 1)
- 2. Tabela parametrów geotechnicznych (Tabela nr 2)

Opinia geotechniczna oraz **Dokumentacja badań podłoża gruntowego** i Projektem geotechnicznym Przebudowa pompowni wody technologicznej oczyszczalni ścieków Pomorzany w Szczecinie wraz z budową sieci wodociągowej Dy 225mm PE zasilającej obiekty oczyszczalni oraz budową przyłącza wodociągowego Dy 160mm PE do stacji pras i przyłącza Dy 110mm PE do stacji zagęszczania osadu (dz. nr 9/5, 9/6, 9/8, 11 z obrębu Szczecin Śródmieście, nr 1059).

## 1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawę opracowania stanowi zlecenie, zrealizowane dla Zamawiającego: Biuro Projektowo-Consultingowe PROEKO S.C., dotyczące określenia geotechnicznych warunków posadowienia dla zadania: Przebudowa pompowni wody technologicznej oczyszczalni ścieków Pomorzany w Szczecinie wraz z budową sieci wodociągowej Dy 225mm PE zasilającej obiekty oczyszczalni oraz budową przyłącza wodociągowego Dy 160mm PE do stacji pras i przyłącza Dy 110mm PE do stacji zagęszczania osadu (dz. nr 9/5, 9/6, 9/8, 11 z obrębu Szczecin Śródmieście, nr 1059).

Prace terenowe prowadzone były w drugiej połowie października 2020 r. Otwory wykonano samojezdnym urządzeniem wiertniczym WH4 oraz przy pomocy ręcznego zestawu wiertniczego typu 01.12 firmy Eijkelkamp. Z powodu tego, że w zasięgu wykonanych otworów zastano spore połacie nasypów gruzowych, sondowań nie wykonano. Przedmiotowe zadanie poprzestało na przede wszystkim ocenie jakościowej podłoża niż ilościowej. Profile uzupełniono wynikami badań stanu gruntu na podstawie doświadczenia porównywalnego.

Syntetyczne zestawienie zakresu prac polowych zamieszczono w poniższej tabeli:

lp.	rodzaj prac	ilość (sztuk)	głębokość (m) / przełoty (m)	łączny metraż
1	wiercenie mało średnicowe (Ø 90 mm), nie rurowane	4	2,0	8,0

Ich lokalizację przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1:2 000 (Zał. Graf. 2).

**Uwaga!** Rzędne wykonanych punktów badawczych określono w przybliżeniu wg [https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp\\_2.html](https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp_2.html).

Niniejsza Opinię opracowano w oparciu o ustawy, rozporządzenia, wytyczne i normy, z wiązane z geologią, budownictwem i geotechniką, w tym, nie wyłączając innych, wyszczególnione poniżej:

- 1.1 **Rozporządzenie MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych** (Dz. U. 2012 Nr 0, poz. 463).
- 1.2 **PN-EN 1997-1: Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne; Część 1: Zasady ogólne**; PKN, Warszawa 2008 rok.
- 1.3 **PN-EN 1997-2: Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne; Część 2: Rozpoznawanie i badanie podłoża gruntowego**; PKN, Warszawa 2009 rok.
- 1.4 **PN-EN ISO 14688. Badania geotechniczne – oznaczania i klasyfikowanie gruntu. Część 1: Oznaczania i opis.**
- 1.5 Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz **Szczecin** (228) wraz z objaśnieniami. Oprac. R. Dobracki, Instytut Geologiczny, PIG Warszawa, 1980 r.
- 1.6 Podział Polski na regiony fizyczno - geograficzne. J. Kondracki, Warszawa, 1980 r.
- 1.7 Zarys geotechniki, Z. Wiłun, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, wyd. 7., Warszawa 2005 r.

## 2. POŁOŻENIE I ZAGOSPODAROWANIE TERENU ORAZ CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA, HYDROLOGICZNA I GEOTECHNICZNA PODŁOŻA

### 2.1. Położenie administracyjne i zagospodarowanie dokumentowanego terenu

Obszar objęty opracowaniem położony jest w obrębie dz. nr 9/5, 9/6, 9/8 i 11 z obrębu 1059, w południowej części Szczecina (os. Pomorzany). Ta część miasta położona jest w Dolinie Dolnej Odry 313.24 (wg 1.6.), gdzie rozciąga się pomiędzy jej lewą odnogą (główny nurt, zwany też Odra Zachodnia), a ciągiem ul. Szczawiowa – Tama Pomorzańska. Lokalizację rozpatrywanego obszaru przedstawiono na fragmencie mapy topograficznej w skali 1:10 000 (Zał. Graf. 1).

Szczecińskie tereny nadrzeczne (w tym i rejon planowanej inwestycji na wysokości os. Pomorzany), to obszar który w związku z budową Elektrociepłowni Pomorzany (i innych

Opinia geotechniczna oraz **Dokumentacja badań podłoża gruntowego** i Projektem geotechnicznym Przebudowa pompowni wody technologicznej oczyszczalni ścieków Pomorzany w Szczecinie wraz z budową sieci wodociągowej Dy 225mm PE zasilającej obiekty oczyszczalni oraz budową przyłącza wodociągowego Dy 160mm PE do stacji pras i przyłącza Dy 110mm PE do stacji zagęszczania osadu (dz. nr 9/5, 9/6, 9/8, 11 z obrębu Szczecin Śródmieście, nr 1059).

zakładów) oraz ułatwieniem żeglugi na Odrze został dość znacznie przeobrażany (wieloetapowo, proces ten trwa praktycznie do dziś), przez wykopanie wielu kanałów lub basenów oraz budowę wysokich nasypów komunikacyjnych i technologicznych, co doprowadziło do zmiany linii brzegowej Odry. Na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci trwa proces znacznych przeobrażeń tych terenów (od połowy XIX w. wieloetapowo, proces ten trwa praktycznie do dziś). Pierwotne powierzchnie dawnych rozlewisk i starorzeczy Odry (podmokłe torfowiska i łąki porośnięte lasem łęgowym) układały się na wysokości 1,0 – 0,1 m n.p.m., miejscami z niewielkimi powierzchniami depresyjnymi (rzędu 0,2 m p.p.m.).

Obecnie teren objęty zamierzeniem inwestycyjnym przebiega od ul. Tama Pomorzańska skąd wspina się wzdłuż drogi komunikującej na wyniesiony obszar obiektów należących do Oczyszczalni Ścieków „Pomorzany”. Deniwelacje na dokumentowanym terenie wyniosły  $\pm 7,0$  m, w miejscach wykonywania punktów badawczych wznosi się na wysokość od ok. 2,5 m n.p.m. w miejscu punktu **G1**, przez ok. 5,3 m n.p.m. w miejscu punktu **G4** po ok. 7,3 m n.p.m. w miejscu punktu **G2** i ok. 8,8 m n.p.m. w miejscu punktu **G3** (wg [https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp\\_2.html](https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp_2.html)). Szczegółowe położenie tego terenu przedstawia załączona mapa dokumentacyjna w skali 1:2 000 (Zał. Graf. 2).

## 2.2. Budowa geologiczna

Jak już wspomniano w p. 2.1., teren objęty zamierzeniem inwestycyjnym obejmuje fragment dawnej aluwialnej, bagienno-torfowej niziny doliny Odry, przypadając obecnie na rozciągający się wzdłuż jej zachodnich brzegów zespół obiektów magazynowych i produkcyjnych (patrz też Zał. Graf. 1).

Wg informacji zebranych w opisie głębokiego podłoża arkusza **Szczecin** [1.5.] (i poza zasięgiem wykonanych przy przedmiotowym zadaniu otworów), zalegają osady piaszczyste związane z etapem postglacjalnej akumulacji rzecznej  ${}^fQ_{p4}^{2Pm}$ , gdy zostały złożone po zasypaniu sięgającego 17,0 m p.p.m. głębokiego rozcięcia pra-Odry, zalegając na starszych utworach wodnolodowcowych.

Wg doświadczenia porównawczego z tego rejonu, strop serii rzecznej wykazuje zróżnicowanie hipsometryczne, układając się w przedziale rzędnych  $10,0 \div 17,0$  m p.p.m. Formą jaka pierwotnie zajmowała całe Międzyodrze szczecińskie są utworzone przez roślinność równiny torfowe (patrz też p. 2.1.). Równiny torfowe budują w całej ich masie torfy niskie  ${}_{m/np}Q_h$ , niekiedy z wkładkami i przewarstwieniami namulów organicznych, sporadycznie piasków i namulów gliniastych. W spągu ww. osadów organicznych na terenie całego Międzyodrza występują różne odmiany gytii  ${}_{gy}Q_h$ , które rozwinęły się bezpośrednio na podłożu piaszczystym  $2 \div 3$  m pokładem. Są to w przewadze gytie ilasto-wapienne o wysokiej zawartości części mineralnych. Ww. zespół gruntów organicznych (i inne próchnicznych), zalega wielometrowym pokładem, jako nadkład ponad serią ww. piasków rzecznych.

W bezpośrednim sąsiedztwie ramion Odry i jej licznych kanałów grunty organiczne pokryte są warstwą mułków z domieszką piasków /mady/ powodziowej akumulacji dolinach rzek  ${}^fQ_h$ , które splukiwane na obszar akumulacji organicznej, zdeponowane zostały bezpośrednio na torfach. Występowanie mad związane jest z okresami powodziowymi oraz prowadzeniem prac refulacyjnych /rozmywanie bagrowanego urobku składowanego na brzegach kanałów prowadzi do wtórnego tworzenia pokryw mad rzecznych/ [za 1.5.].

W wyniku wieloetapowych przeobrażeń z przełomu XIX/XX w. w tej części Szczecina (patrz p. 2.1.), pierwotne torfowiska zostały pokryte miejscami wielometrową warstwą

Opinia geotechniczna oraz **Dokumentacja badań podłoża gruntowego** i Projektem geotechnicznym Przebudowa pompowni wody technologicznej oczyszczalni ścieków Pomorzany w Szczecinie wraz z budową sieci wodociągowej Dy 225mm PE zasilającej obiekty oczyszczalni oraz budową przyłącza wodociągowego Dy 160mm PE do stacji pras i przyłącza Dy 110mm PE do stacji zagęszczania osadu (dz. nr 9/5, 9/6, 9/8, 11 z obrębu Szczecin Śródmieście, nr 1059).

nasypów. Ich zasięg wyznacza pierwotną niweletę tych terenów (z pewnością nie co zniekształconą w wyniku wtłoczenia ww. nadkładu w strukturę gruntów organicznych).

W zasięgu zaplanowanych robót geotechnicznych, zalegają (i do głębokości ich wykonywania nie przewiercono) grunty antropogeniczne (nN Mg): w większości skupiska gruzu ceglanego bądź betonowego (+C, B), odpady poprodukcyjne (+żuźle, *skruszony asphalt*), wymieszane masami ziemnymi (Pd +H). Pokrusz gruzowy czy żuźlowy przeważa w niżej ległych punktach nr **G1** i **G2**.

Wraz ze wznoszeniem się terenu planowanej sieci wodociągowej, w większości udokumentowanych gruntów nasypowych zaczynają przeważać bardziej jednorodne grunty mineralne z domieszkami i przewarstwieniami: piaski (n2 Pd +H, C, Ps), przeważnie bardziej spoiste (n3 Pg +C, G +H, C), zaliczonych do gruntów przemieszczonych (xMg; jak punktach nr **G3** i **G4**). **Uwaga!** Nie można wykluczyć innego rozkładu przestrzennego gruntów nasypowych niż wykazano na profilach oraz przede wszystkim zastania kolejnych skupisk gruzu czy innych odpadów o strukturze gniazdowej.

### 2.3. Warunki wodne

Warunki wodne określono na podstawie badań terenowych przeprowadzonych w drugiej połowie października 2020 r. i **do głębokości ich wykonywania większych przejawów wód nie stwierdzono**. W obrębie wyniesionych partii obwałowań nasypowych (w tym strefy dojazdowej na teren OŚ „Pomorzany”) nie stwierdza się regularnego poziomu wodonośnego.

Poziom właściwego zwierciadła wód podziemnych na tym terenie **znajduje się głębiej**, mając swoje odzwierciedlenie w poziomie wód w przylegających do ul. Szczawiowa – Tama Pomorzańska rowach odwadniających oraz basenach.

Głównym elementem sieci hydrograficznej (i bazą drenażu dla całego regionu szczecińskiego) jest płynąca dwoma nurtami rzeka Odra. Odra Zachodnia (główne koryto delty), w najszerszym nurcie rzeki, osiąga szerokość 140–200 m i głębokość 5–10 m. Odra Zachodnia uchodzi do Roztoki Odrzańskiej.

W górnej części struktury wyniesionych ponad poziom doliny Odry terenów (patrz p. 2.1.) mogą występować soczewki i przeławicenia zawodnionych piasków o niewielkim zasięgu i małej miąższości. Wody gruntowe występują w nich nieregularnie, na zmiennej głębokości – od 1 m do 8 m, jako wody zawieszone bądź uwieszone. Poziom ich występowania będzie bardzo zmienny, nie tylko ze względu na atmosferę, ale i działalność gospodarczą (melioracja, rozszerzająca się zabudowa). **Uwaga! Tego typu strefy zawodnione podłoża pozostają bez znaczenia użytkowego**, mają zazwyczaj charakter nie ciągły, o dużej zmienności skali zjawiska, których prawdopodobieństwo wystąpienia związane jest z dłuższym czasem intensywnych opadów.

Na tym terenie zasilanie odbywa się przede wszystkim drogą infiltracji wód opadowych, które na zasadzie podziemnego splywu grawitacyjnego z wyższych partii terenu infiltrują pokrywę niejednorodnych nasypów (nN Mg).

**Uwaga!** W wyniku zalegania niejednorodnych nasypów oraz istniejących nawierzchni i zabudowy, doszło z pewnością miejscami do zaburzenia grawitacyjnego szlaku migracji wód po opadowych. Występujące w obrębie nasypów domieszki i wkładki gruntów spoistych zaburzają i spowalniają ich migrację. Grunty spoiste o konsystencji plastycznej/twardoplastycznej, które przeważające w miąższości udokumentowanego podłoża, to grunty **slabo/pół przepuszczalne**. Tworzą one dla napływów/migracji wód po opadowych lub/i ze sztucznych źródeł skuteczne bariery hydrologiczne. Ich rozkład

Opinia geotechniczna oraz **Dokumentacja badań podłoża gruntowego** i Projektem geotechnicznym Przebudowa pompowni wody technologicznej oczyszczalni ścieków Pomorzany w Szczecinie wraz z budową sieci wodociągowej Dy 225mm PE zasilającej obiekt oczyszczalni oraz budową przyłącza wodociągowego Dy 160mm PE do stacji pras i przyłącza Dy 110mm PE do stacji zagęszczania osadu (dz. nr 9/5, 9/6, 9/8, 11 z obrębu Szczecin Śródmieście, nr 1059).

przestrzenny ma wpływ na poziomy stagnacji przesiąkających się grawitacyjnie wód spływowych/opadowych i kierunki filtracji.

Syntetyczne zestawienie orientacyjnej wartości współczynnika filtracji ww. gruntów (wg Słownik hydrogeologiczny. MOŚZNiL, 1997 r.) zamieszczono w poniższej tabeli:

Nr serii	rodzaj gruntu	symbol gruntu wg PN-86/b-02480	symbol gruntu wg PN-EN ISO 14688-2:2006	współczynnik filtracji $k(n)$ [m/s]
<b>n2</b>	nasypy piaszczyste z domieszkami	Pd +H, C, Ps	xMg	$(0,12 \div 0,023) * 10^{-3}$
<b>n3</b>	nasypy spoiste z domieszkami	Pg +C, G +H, C	xMg	$(8,1 \div 2,3) * 10^{-6}$

Natomiast wahania stanów wód otwartych przepływającej ok. 500 m na wschód rz. Odry modyfikują poziom bazowy, w stosunku do którego zachodzi zjawisko powolnego odpływu podziemnego w kierunku ww. akwenu. Więc w czasie jej wezbrań następuje wtedy napływ boczny wprost w linię brzegową (w obręb nasypów) oraz w przyległą strefę ładu, spiętrzając bazę дренажу zasilają górną poziom wodonośny. Średnia amplituda wahań wód otwartych Odry wynosi ok.  $\pm 2,0$  m w skali roku. Jednak raz na kilka lat notuje się wezbrania, które w przypadku nałożenia się okresu obfitych opadów potrafią krótkotrwale podwyższyć poziom wód jeszcze wyżej.

Wg map zagrożenia powodziowego zamieszczonych na stronach Hydroportal ([https://wody.isok.gov.pl/imap\\_kzgw/?gmap=gpMZIP](https://wody.isok.gov.pl/imap_kzgw/?gmap=gpMZIP)) wykazano, że na wysokości dokumentowanej części terenów, najwyższy odnotowany stan wód Odry (na jej 25,5 km) sięgnął rzędnej **1,42 m n.p.m.** (perspektywa stuletnia). Wpływ zmian hydrodynamicznych maleje wraz z odległością od strefy brzegowej, lecz na wysokości przedmiotowej lokalizacji stanowi on nadal obok opadów główny czynnik determinujący położenie ZWG.

**Uwaga!** Ilość i intensywność przejawów wody gruntowej, jakie udokumentowały bieżące badania polowe (a właściwie ich całkowity brak), uznać należy za nie co zafałszowane, gdyż czas prac polowych poprzedzał deficytowy okres hydrogeologiczny (czas z krótkotrwałymi opadami), co wpłynęło na znaczące obniżenie się skali przejawów wód gruntowych.

W związku z tym, przy takich uwarunkowaniach morfologicznych oraz rozszerzającej się antropopresji, będzie dochodzić do **okresowego przyrostu aktywności zjawisk wodnych.**

Dla planowanych robót ziemno-fundamentowych jak i dla trwałej eksploatacji tego obiektu prognozuje się, że przez większą część roku największa intensywność przejawów wody gruntowej będzie zaczynać się od rzędnych ok. **1,0 m n.p.m.**, jednak z możliwością dalszego wzrostu nawet o kolejne **1,5! m** (raczej krótkotrwale ekstrema) w przypadku obfitych opadów lub/i wezbrań wód w zlewni Odry. W zasięgu tych wód mogą znaleźć się tereny położone poniżej **3,5 m n.p.m.**

Dodatkowo, w górnej części struktury tego podłoża, tj. przede wszystkim w obrębie niejednorodnych nasypów, mogą wystąpić zawodnione soczewki i przeławienia o niewielkim zasięgu i małej miąższości, jako wody zawieszone bądź uwieszone. Poziom ich występowania będzie miał charakter nie ciągły, o dużej zmienności skali zjawiska. Migracja grawitacyjna z obszaru powyżej, powodować będzie cykliczne spływy, co dodatkowo zostało mocno zaburzone poprzez istniejącą infrastrukturę oraz przede wszystkim mikroporowatą budowę nasypów, dodatkowo intensyfikowane przez szczelną zabudowę. Szczególnie każdorazowo po obfitych opadach lub/i wyniku roztopów pośniegowych zjawiska te będą charakteryzować się dużą dynamiką.

Podsumowując, ze względu na uwarunkowania morfologiczne tych terenów warunki wodne należy określić jako **średnio korzystne**. Przy projektowaniu należy zwracać uwagę na **dużą zmienność warunków wodnych** zarówno w przestrzeni jak i w czasie.

Opinia geotechniczna oraz **Dokumentacja badań podłoża gruntowego** i Projektem geotechnicznym Przebudowa pompowni wody technologicznej oczyszczalni ścieków Pomorzany w Szczecinie wraz z budową sieci wodociągowej Dy 225mm PE zasilającej obiekty oczyszczalni oraz budową przyłącza wodociągowego Dy 160mm PE do stacji pras i przyłącza Dy 110mm PE do stacji zagęszczania osadu (dz. nr 9/5, 9/6, 9/8, 11 z obrębu Szczecin Śródmieście, nr 1059).

#### 2.4. Dokumentacja badań podłoża gruntowego wraz z charakterystyką geotechniczną

Na podstawie przeprowadzonych badań terenowych i laboratoryjnych stwierdza się, że dokumentowane podłoże jest zróżnicowane litologicznie i geotechnicznie i obejmuje w całości grunty antropogeniczne. Kierując się genezą gruntów i jednolitością ich parametrów geotechnicznych udokumentowane podłoże rozdzielono/przydzielono na warstwy geotechniczne.

Oznaczenia gruntów dopełniono o klasyfikacje zawartą w normie **PN-EN ISO: 14688-2**.

nr wydzielonej warstwy geotechnicznej	opis wydzielonej warstwy geotechnicznej
warstwa n1	Grunty antropogeniczne (nN Mg): skupiska gruzu ceglanego bądź betonowego (+C, B), odpady poprodukcyjne (+żuźle, skruszony asphalt), wymieszane masami ziemnymi (Pd +H). Poziomy gruzu potencjalnie zawierają kawerny. Warstwa ta jest bardzo niejednorodna, nierównomiernie skompresowana i w obecnej postaci zdyskwalifikowane dla budownictwa.
warstwa n2	Grunty niespoiste (drobnoziarniste) przemieszczone (xMg): piaski z domieszkami i przewarstwieniami (n2 Pd +H, C, Ps). Grunt jest wilgotny, w stanie średnio zagęszczonym ( $I_D \approx 0,4/40\%$ ).
warstwa n3	Grunty spoiste (drobnoziarniste) przemieszczone (xMg): gliny z domieszkami i przewarstwieniami (n3 Pg +C, G +H, C). Grunt jest wilgotny, w stanie plastycznym ( $I_L \approx 0,3/I_C \approx 0,70$ ). Symbol konsolidacji C.

Przebieg wydzielonych wyżej warstw ilustrują profile geotechniczne (Zał. Graf. 2).

Wartości parametrów ustalono na podstawie przeprowadzonych prac polowych (wiercenia i sondowania). Parametr wiodący dla gruntów określono na podstawie doświadczenia porównywalnego w rozumieniu **PN-EN 1997-1: Eurokod 7** (oraz na bazie **PN-81/B-03020**). Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych (patrz Tabela 2) należy przyjąć stosując współczynniki częściowe przy sprawdzaniu stanów granicznych (GEO) wg **PN-EN 1997-1: 2008/Ap2:2010**.

### 3. WNIOSKI I ZALECENIA

- 3.1. Jak już wspomniano w p. 2.1, 2.2., dokumentowany teren przypada na powstałe w wyniku akumulacji rzecznej i bagiennej rozlewiska i podmokłości doliny Odry, pokrytych obecnie wielometrową pokrywą nasypów (patrz też Zał. Graf. 1).
- 3.2. Za utrudniające posadowienie na tym terenie przedmiotowego obiektu należy wymienić wielometrowe partie udokumentowanego podłoża. Bowiem wyniku typowej dla obrzeży podmokłych obniżen złożonej ich morfologii, doszło do zaburzania modelu gruntowo-wodnego, skutkując zmianą warunków geotechnicznych na malej przestrzeni:

- Podstawowym utrudnieniem dla lokowania w tym rejonie obiektów budownictwa lądowego, będą stanowiące całość wykazanych profili grunty nasypowe (nN Mg). Nasypy należy traktować jako grunty mikroporowate, zapadowe o strukturze nietrwałej, o wątpliwej nośności, które wypełniły misę dawnego obrzeża podmokłości, poprzez ich nadsypanie (a następnie wtłoczenie, a nawet w części zastępując pierwotną pokrywę gruntów bagiennych).
- Jak już opisano p. 2.1., w sporej części są to skupiska gruzu ceglanego bądź betonowego (+C, B), odpady poprodukcyjne (+żuźle, skruszony asphalt), wymieszane masami ziemnymi (Pd +H). Pokrusz gruzowy czy żuźlowy (n1) przeważa w niżej ległych punktach nr G1 i G2. Są to grunty o małej przydatności do celów budowlanych, głównie przez stosunek gruzu oraz innych domieszek i przewarstwień (w tym próchnicznych) do mas ziemnych. Mimo ich miejscami niezłego zagęszczenia (wyniku np. przejazdów transportu kołowego) należy je traktować jako podłoże o wątpliwej nośności → spore opory sondowań w ich obrębie (analiza porównawcza) powodują większe domieszki odpadów i w obecnym kształcie powinny być pominięte jako podłoże budowlane. **Uwaga!** Ze względu na przeszłość tych terenów, nie można

Opinia geotechniczna oraz **Dokumentacja badań podłoża gruntowego** i Projektem geotechnicznym Przebudowa pompowni wody technologicznej oczyszczalni ścieków Pomorzany w Szczecinie wraz z budową sieci wodociągowej Dy 225mm PE zasilającej obiekty oczyszczalni oraz budową przyłącza wodociągowego Dy 160mm PE do stacji pras i przyłącza Dy 110mm PE do stacji zagęszczania osadu (dz. nr 9/5, 9/6, 9/8, 11 z obrębu Szczecin Śródmieście, nr 1059).

wykluczyć nie co innego rozkładu przestrzennego gruntów nasypowych niż wykazano na profilach oraz przede wszystkim zastania kolejnych skupisk gruzu czy innych odpadów o strukturze gniazdowej.

- Wraz ze wznoszeniem się terenu planowanej sieci wodociągowej, w miąższości udokumentowanych gruntów nasypowych zaczynają przeważać bardziej jednorodne grunty mineralne z domieszkami i przewarstwieniami: piaski ( $n_2$  Pd +H, C, Ps; bliskie luźnym;  $I_D \approx 0,4/40\%$ ), przeważnie bardziej spoiste ( $n_3$  Pg +C, G +H, C) w stanie plastycznym ( $I_L \approx 0,3/I_C \approx 0,70$ ), zaliczonych do gruntów przemieszczonych (xMg; jak punktach nr **G3** i **G4**).
- Ich zasięg wyznacza pierwotną niweletę tych terenów (z pewnością nie co zniekształconą w wyniku wtłoczenia ww. nadkładu w strukturę gruntów organicznych). Pierwotne powierzchnie dawnych rozlewisk i starorzeczy Odry (podmokłe torfowiska i łąki porośniętych lasem łęgowym) układały się na wysokości 1,0 – 0,1 m n.p.m., miejscami z niewielkimi powierzchniami depresyjnymi (rzędu 0,2 m p.p.m.).
- Kolejnym aspektem komplikującym warunki budowlane podłoża na tym terenie będą zalegające w głębokim podłożu wielometrowe partie gruntów organicznych i innych gruntów próchnicznych (zwiększa się wyraźnie ku wschodowi; patrz 2.1., 2.2.). Wg doświadczenia porównawczego z tego rejonu, pokład gruntów bagiennych doliny Odry może sięgać rzędnych 10,0 ÷ 17,0 m p.p.m. Grunty organiczne charakteryzują się dużą ściśliwością i małym oporem na ścinanie.

3.3. Kolejnym utrudnieniem dokumentowanego terenu pozostaną warunki wodne. Jak opisano w p. 2.3., należy uznać je za okresowo zróżnicowane, generalnie **średnio korzystne**. Dla planowanych robót ziemno-fundamentowych jak i dla trwałej eksploatacji tego obiektu **prognozuje się, że przez większą część roku największa intensywność przejawów wody gruntowej będzie zaczynać się od rzędnych ok. 1,0 m n.p.m., jednak z możliwością dalszego wzrostu nawet o kolejne 1,5! m** (raczej krótkotrwale ekstrema) w przypadku obfitych opadów lub/i wezbrań wód w zlewni Odry. W zasięgu tych wód mogą znaleźć się tereny położone poniżej **3,5 m n.p.m.** (jak np. rejon otworu nr **G1**).

3.4. Dodatkowo, w górnej części struktury tego podłoża, tj. przede wszystkim w obrębie niejednorodnych nasypów, mogą wystąpić zawodnione soczewki i przeławicenia o niewielkim zasięgu i małej miąższości, jako wody zawieszone bądź uwieszone. Poziom ich występowania będzie miał charakter nie ciągły, o dużej zmienności skali zjawiska. Migracja grawitacyjna z obszaru powyżej, powodować będzie cykliczne spływy, co dodatkowo zostało mocno zaburzone poprzez istniejącą infrastrukturę oraz przede wszystkim mikroporowatą budowę nasypów, dodatkowo intensyfikowane przez szczelną zabudowę. Szczególnie każdorazowo po obfitych opadach lub/i wyniku roztopów pośniegowych zjawiska te będą charakteryzować się dużą dynamiką (szerzej o uwarunkowania hydrogeologicznych w p. 2.3.).

3.5. Budowa wszelkich obiektów w tych warunkach dodatkowo zaburzy stosunki wodne poprzez stworzenie barier i „pułapek” o własnej pojemności retencyjnej dla spływających grawitacyjnie wód opadowych.

3.6. Zagospodarowanie tego miejsca powinno odbywać się kompleksowo, ze szczególną dbałością by minimalizować stopień zaburzenia warunków wodnych. Przy takim modelu gruntowym (partie podłoża z naprzemiennie występującymi piasków i glin) niekontrolowany i punktowy napływ wód zaskórnych może doprowadzić do powstania zjawiska sufozji mechanicznej. Wypłukany materiał przemieszcza się w przestrzeniach porowych, szczelinach itp - tworząc podziemne próżnie (kawerny)



Opinia geotechniczna oraz **Dokumentacja badań podłoża gruntowego** i Projektem geotechnicznym  
Przebudowa pompowni wody technologicznej oczyszczalni ścieków Pomorzany w Szczecinie wraz z budową sieci wodociągowej Dy 225mm PE zasilającej obiektu oczyszczalni oraz budową przyłącza wodociągowego Dy 160mm PE do stacji pras i przyłącza Dy 110mm PE do stacji zagęszczania osadu (dz. nr 9/5, 9/6, 9/8, 11 z obrębu Szczecin Śródmieście, nr 1059).

groźących ich zapadnięciem. Sam teren wokół obiektu winien być splantowany ze spadkami od budowli wraz z opaską z płyt betonowych bądź asfaltową wokół jego ścian.

- 3.7. **Uwaga!** Posadowienie bezpośrednie dopuszczalne dla niewielkich obiektów o lekkiej konstrukcji nie wrażliwych na nie równomierne osiadania. Osiągnięcie równomiernych, niewielkich obciążeń przynieść może zastosowanie w podbudowie geosiatki i georuszty wraz z kwalifikowanym nasypem budowlanym. Przy tak niejednorodnym podłożu dobra praktyką będzie pokryć 10 – 20 cm warstwą stabilizowaną cementem, co utworzy rodzaj kowadła od spodu i umożliwi efektywne roboty ziemne.
- 3.8. **Uwaga!** Utrudnieniem dla robót ziemnych czy instalacyjnych (w tym np. przewiertów) będą skupiska gruzu betonowego i ceglanego, który występuje miejscami jako wielko gabarytowy (jak np. w spągu otworu nr **G1**).
- 3.9. Grunt dostarczany do budowy wszelkich nasypów winien charakteryzować się korzystnymi własnościami do budowy korpusów nasypów budowlanych – najlepiej grunty piaszczyste, różnoziarniste, bez domieszek organicznych i zawartości frakcji pylastej bądź ilastej (< 2%). Przy planowaniu zagospodarowania wokół budynku pozwoli to uniknąć zmiany stosunków wodnych (kierunki spływu wód po opadowych). W warstwach nasypu nie powinny występować gniazda gruntów zasadniczo różnych od gruntów je otaczających, o czym należy pamiętać zwłaszcza przy zasypywaniu lokalnych zakłębłości terenu; nasyp powinien być sypany warstwami z gruntów jednorodnych, o grubości dostosowanej do sprawności maszyn zagęszczających [za 1.7.].
- 3.10. Podsumowując, uwzględniając projektowane obiekty o niewielkich obciążeniach, tj.: posadowienie wodociągu (z przykryciem 1,50÷1,70 ppt.) oraz posadowienie obok pompowni kontenera przemysłowego (na podłożu z płyty żelbetowej o wymiarach 4,20x2,80m grubości 20cm) w obrębie uznanych przez Projektantów za podłoże budowlane nasypów warstw **n1/n2/n3** (patrz też p. 4.6.), dokumentowane warunki gruntowo-wodne można będzie określić jako **proste** (zgodnie §4 pkt. 2. Rozporządzenia<sup>1.1</sup>).
- 3.11. Projektowane przedsięwzięcie kwalifikuje się do **II kategorii geotechnicznej** (zgodnie §4 p. 3. Rozporządzenia<sup>1.1</sup>).

#### **4. PROJEKT GEOTECHNICZNY (na podstawie udostępnionych przez Projektantów danych projektowych)**

##### **4.1. PROGNOZA ZMIAN WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO W CZASIE**

Podłoże gruntowe projektowanej sieci wodociągowej stanowią grunty nasypowe (**nN Mg**). Nasypy należy traktować jako grunty mikroporowate, zapadowe o strukturze nietrwałej, o wątpliwej nośności (patrz p. 3.2.). Na terenie inwestycji nie stwierdzono niekorzystnych zmian wywołanych przez procesy geodynamiczne.

##### **4.2. OBLICZENIOWE PARAMETRY GEOTECHNICZNE**

Wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych należy przyjąć zgodnie załączoną tabelą parametrów geotechnicznych (patrz Tabela 2).

##### **4.3. OKREŚLENIE CZĘŚCIOWYCH WSPÓŁCZYNNIKÓW BEZPIECZEŃSTWA DO OBLICZEŃ GEOTECHNICZNYCH**

Do obliczeń geotechnicznych należy przyjąć następujące współczynniki bezpieczeństwa: Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych należy przyjąć stosując współczynnik 0,9 (współczynnik materiałowy) właściwy dla metody **B**, wg wzoru:  $x^{(r)} = \gamma_m \cdot x^{(n)}$ , w którym:  $\gamma_m$  – współczynnik materiałowy (0,9);  $x^{(n)}$  – wartość charakterystyczna parametru (patrz Tabela 2).

##### **4.4. OKREŚLENIE ODDZIAŁYWAŃ GRUNTU**

Zgodnie z zapisami PN-EN 1991-2:2007 Eurokod 1 pkt. 2.4.2 do oddziaływań geotechnicznych związanych z gruntem należy zaliczyć przede wszystkim :

Opinia geotechniczna oraz **Dokumentacja badań podłoża gruntowego** i Projektem geotechnicznym Przebudowa pompowni wody technologicznej oczyszczalni ścieków Pomorzany w Szczecinie wraz z budową sieci wodociągowej Dy 225mm PE zasilającej obiekty oczyszczalni oraz budową przyłącza wodociągowego Dy 160mm PE do stacji pras i przyłącza Dy 110mm PE do stacji zagęszczania osadu (dz. nr 9/5, 9/6, 9/8, 11 z obrębu Szczecin Śródmieście, nr 1059).

- ciężar gruntu i wody
- parcie gruntu i wody gruntowej
- ciśnienia wody gruntowej, ciśnienie spływowe
- pęcznienie i skurcz spowodowane zmianami wilgotności
- przemieszczenia związane z pełzaniem, osuwaniem lub osiadaniem gruntu
- przemieszczenia związane z degradacją, zmianami w składzie mineralnym, samozagęszczaniem i rozpuszczaniem gruntu
- skutkiem działania temperatury, w tym zamarzania

Na podstawie analizy warunków gruntowych i planowanego sposobu posadowienia sieci wodociągowej nie przewiduje się dodatkowych oddziaływań od gruntu na projektowane obiekty.

Obciążenie wywołane parciem gruntu na przewody instalacyjne zostało uwzględnione w obliczeniach statycznych projektu sieci wodociągowej.

#### 4.5. MODEL OBLICZENIOWY PODŁOŻA GRUNTOWEGO

Model obliczeniowy podłoża gruntowego przyjęto na podstawie badań polowych i opracowań kameralnych. Układ warstw gruntu pod projektowanym obiektem przedstawiono w powyższej Opinii geotechnicznej (wraz Dokumentacją badań podłoża gruntowego).

#### 4.6. OBLICZENIE NOŚNOŚCI I OSIADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO ORAZ OGÓLNEJ STATECZNOŚCI

Obciążenia dodatkowe wynikające z budowy sieci wod-kan nie będą większe od dotychczasowych obciążeń od gruntu. Wobec tego nie przewiduje się wykonywania dodatkowych obliczeń nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności.

#### 4.7. USTALENIE DANYCH NIEZBĘDNYCH DO PROJEKTOWANIA OBIEKTÓW

Dane niezbędne do projektowania obiektów pod względem geotechnicznym zawarte zostały w powyższej Opinii geotechnicznej (wraz Dokumentacją badań podłoża gruntowego).

#### 4.8. SPECYFIKACJA BADAŃ NIEZBĘDNYCH DO ZAPEWNIENIA WYMAGANEJ JAKOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH

Należy przeprowadzić następujące badania :

- kontrola bezwykopowego procesu układania sieci wodociągowej
- kontrola zagęszczania gruntu wokół przewodów wodociągowych, w miejscach, gdzie konieczne będzie wykonanie wykopu otwartego (zmiany kierunku lub krótkie odcinki wodociągu).

#### 4.9. OKREŚLENIE SZKODLIWOŚCI ODDZIAŁYWAŃ WÓD GRUNTOWYCH NA OBIEKT BUDOWLANY I SPOSOBÓW PRZECIWDZIAŁANIA TYM ZAGROŻENIOM

Wszystkie obiekty na sieci wodociągowej są przystosowane do kontaktu z wodą gruntową.

Sieć wodociągowa i przyłącza wodociągowe będą wykonane z rur polietylenowych HDPE przeznaczonych do bezwykopowych metod układania przewodów wodociągowych. W węzłach wodociągowych będą zamontowane zasuwy i trójniki kołnierzowe wykonane z żeliwa sferoidalnego.

Przejścia rur przez ściany istniejącej pompowni wody technologicznej winny być wykonywane z najwyższą starannością celem wyeliminowania możliwości powstawania nieszczelności.

Nie przewiduje się wykonywania dodatkowych badań agresywności wód gruntowych w stosunku do betonu.

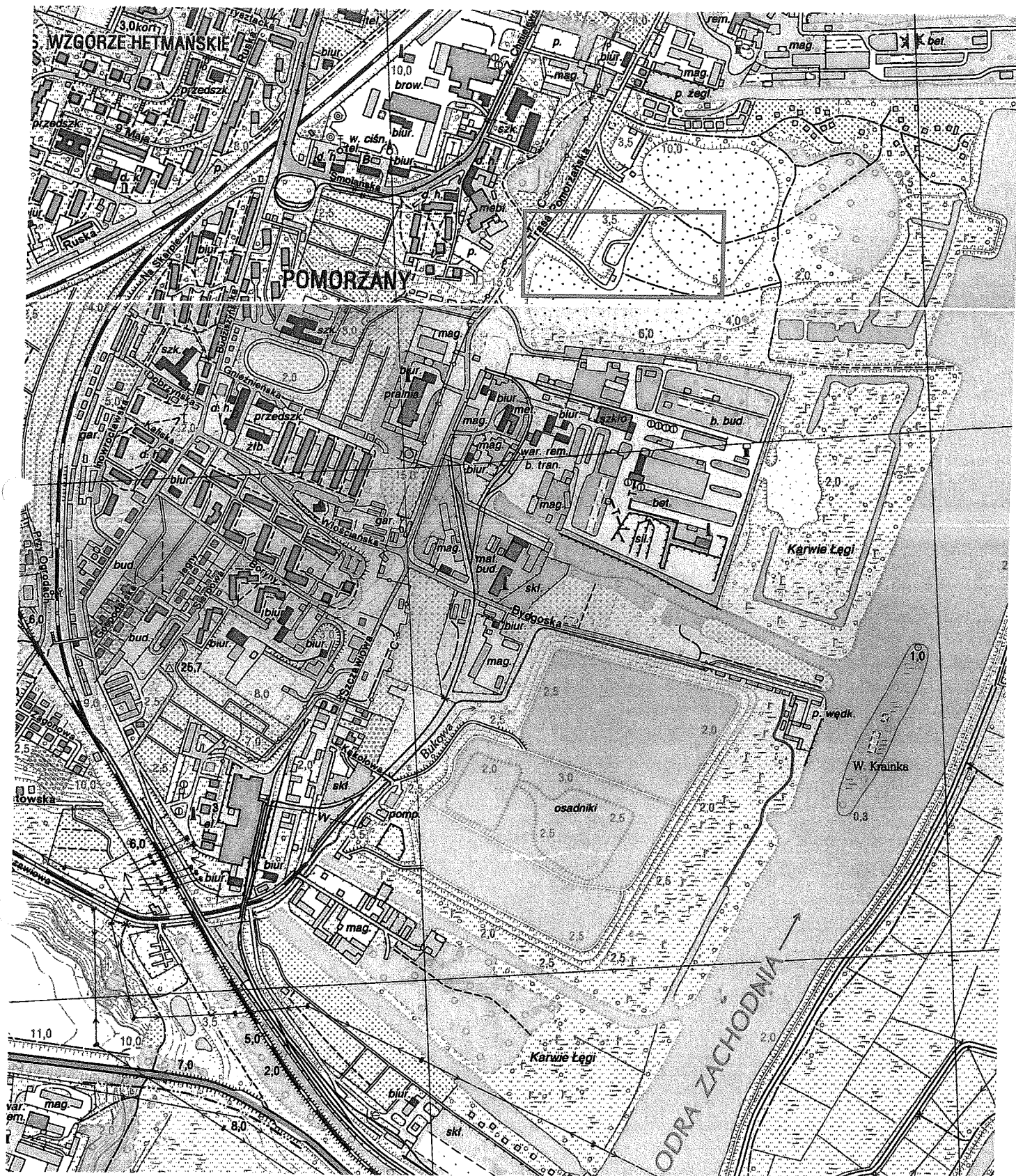
Opinia geotechniczna oraz **Dokumentacja badań podłoża gruntowego** i Projektem geotechnicznym  
Przebudowa pompowni wody technologicznej oczyszczalni ścieków Pomorzany w Szczecinie wraz z budową  
sieci wodociągowej Dy 225mm PE zasilającej obiekty oczyszczalni oraz budową przyłącza wodociągowego  
Dy 160mm PE do stacji pras i przyłącza Dy 110mm PE do stacji zagęszczania osadu (dz. nr 9/5, 9/6, 9/8, 11 z  
obrębu Szczecin Śródmieście, nr 1059).

**4.10. OKREŚLENIE ZAKRESU NIEZBĘDNEGO MONITOROWANIA WYBUDOWANEGO OBIEKTU  
BUDOWLANEGO I OBIEKTÓW SĄSIADUJĄCYCH**

Z uwagi na przyjętą bezwykopową technologię budowy sieci wodociągowej i oddalenie istniejących obiektów kubaturowych oczyszczalni ścieków do projektowanego wodociągu nie przewiduje się występowania zagrożenia stateczności obiektów oczyszczalni. Nie przewiduje się również zagrożenia stateczności jezdni ulicy Szczawiowej i ulicy Tama Pomorzańska przy wykonaniu robót bezwykopowych. Przejście poprzeczne w ul. Tama Pomorzańska, które przewidziane jest do wykonania w wykopie należy wykonać w wykopie umocnionym z wymianą gruntu na nośny, z odpowiednim zagęszczeniem.



dr Andrzej Piotrowski  
upr. geol. CUG 02 0939  
upr. MOSZN i L Nr VIII-0072  
upr. MOSZN i L Nr VII-1160



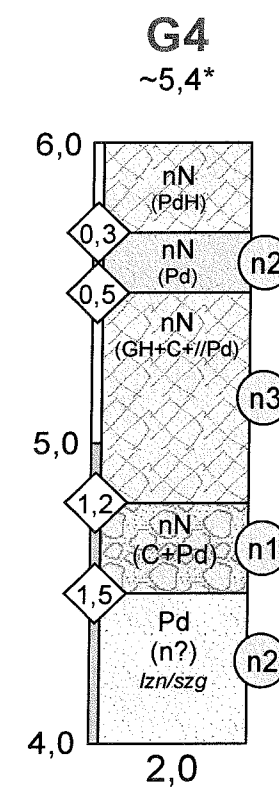
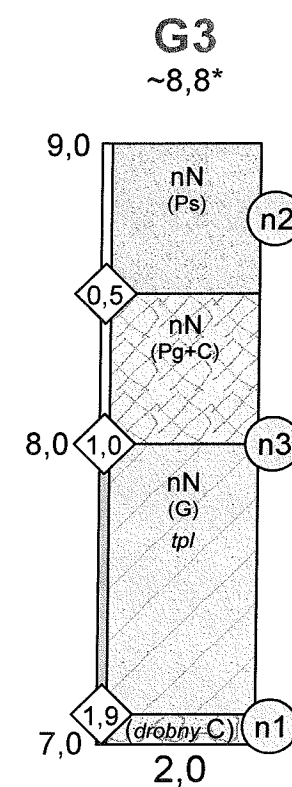
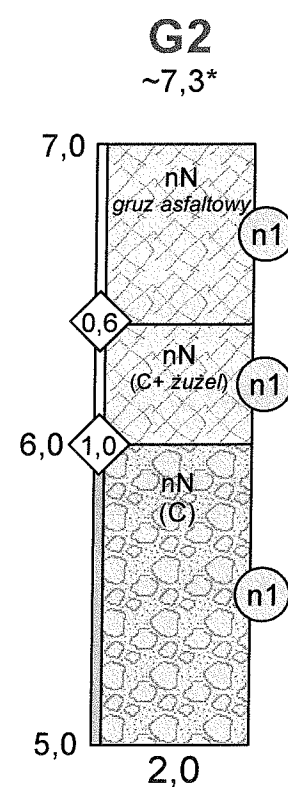
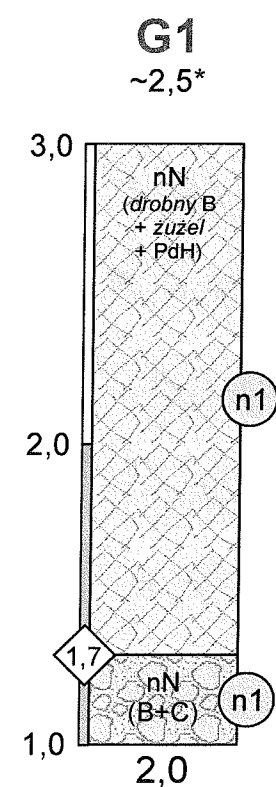
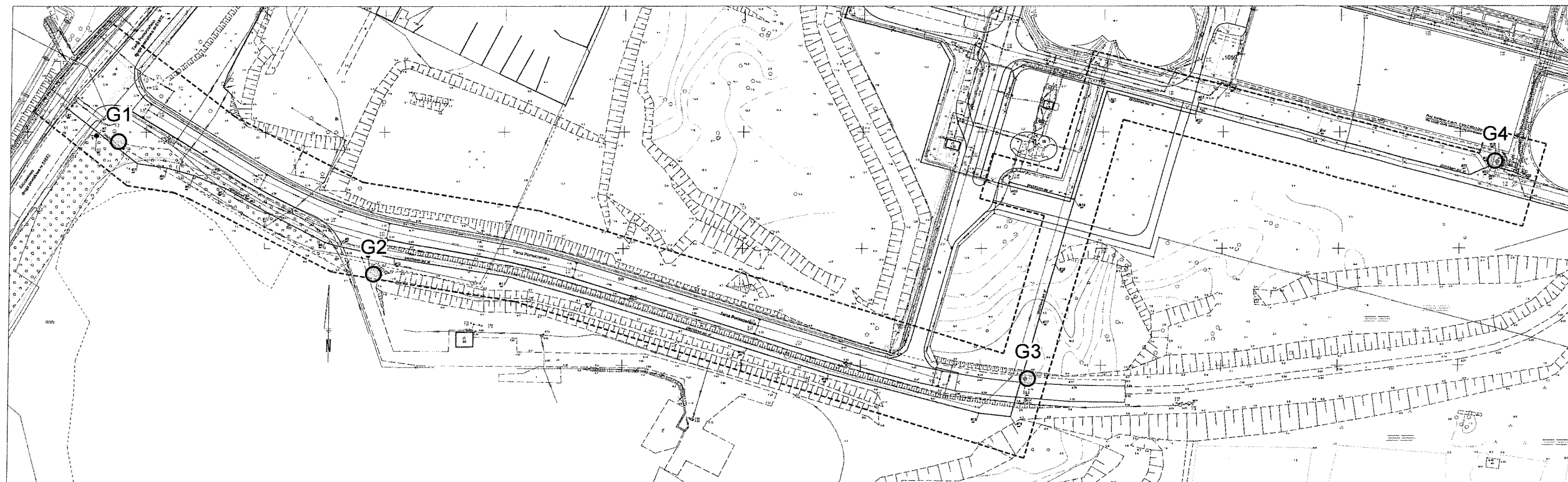
**Zał. Graf. 1** Lokalizacja obszaru planowanej inwestycji na fragmencie mapy topograficznej Polski  
- ark. Szczecin-Pomorzany

skala 1:10 000

OBJAŚNIENIA:



rejon planowanej inwestycji



\* Wg [https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp\\_2.html](https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp_2.html)

TEMAT  
Przebudowa pompowni wody technologicznej oczyszczalni ścieków Pomorzany  
wraz z rozbudową sieci wodociągowej DN200 z żeliwa sferoidalnego zasilającej obiektu oczyszczalni

LOKALIZACJA  
Szczecin, ul. Tama Pomorzańska, dz. nr 9/5, 9/8, 11

**Zał. Graf. 2** Mapa dokumentacyjna  
Skala 1:2000

**G1** miejsce i numer otworu wiertniczego



# SYMBOLE GEOTECHNICZNE I KLASYFIKACJA GRUNTÓW WG NORM: GEOTECHNICAL SYMBOLS AND SOILS CLASSIFICATION ACC. TO:

PN-86/B-02480

PN-EN ISO 14688-1 i PN-EN ISO 14688-2

PN-EN ISO 14688-1:2006/Ap1 PN-EN ISO 14688-1:2006/Ap2

## GRUNTY NASYPOWE [skład]

- nB[ ] - nasyp budowlany  
nN[ ] - nasyp niekontrolowany  
Mg - materiał antropogeniczny  
xMg - materiał naturalny przemieszczony

## GRUNTY ORGANICZNE

- H - humus  
Nm - namuł  
T - torf  
Gy - gytia  
Kj - kreda jeziorna  
Or - grunt wysokoorganiczny ( $I_{om} > 20\%$ )  
saOr, siOr, ciOr - grunt organiczny ( $I_{om} = 6 - 20\%$ )  
or... - grunt niskoorganiczny ( $I_{om} = 2 - 6\%$ )  
 $I_{om}$  - zawartość części organicznych

## INNE OZNACZENIA

- C - gruz ceglany  
B - gruz betonowy  
D - drewno  
Ko - kamienie  
Zl - żużel  
( ) - domieszki  
// - przewarstwienie  
/ - pogranicze gruntów  
Co - kamienie

## GRUNTY MINERALNE RODZIME

- ż - żwir  
żg - żwir gliniasty  
Po - pospółka  
Pog - pospółka gliniasta  
Pr - piasek gruby  
Ps - piasek średni  
Pd - piasek drobny  
Pπ - piasek pylasty  
Pg - piasek gliniasty  
Pp - pył piaszczysty  
P - pył  
Gp - glina piaszczysta  
G - glina  
Gπ - glina pylasta  
Gpz - glina piaszczysta zwięzła  
Gz - glina zwięzła  
Gπz - glina pylasta zwięzła  
Ip - il piaszczysty  
I - il  
Iπ - il pylasty

- CGr - żwir gruby  
M - żwir średni  
F - żwir drobny  
saGr - żwir piaszczysty  
grSa - pospółka  
CSa - piasek gruby  
MSa - piasek średni  
FSa - piasek drobny  
siSa - piasek pylasty  
clSa - piasek gliniasty (piasek ilasty)  
saCCl - glina piaszczysta (il piaszczysty)  
sacSi - glina pylasta (pył z ilem i piaskiem)  
sasiCl - glina ilasta (il z pyłem i piaskiem)  
Si - pył  
saSi - pył piaszczysty (pył z piaskiem)  
clSi - pył ilasty (pył z ilem)  
Cl - il  
saCl - il piaszczysty (il z piaskiem)

## FILLS [composition]

- embankment  
man made ground  
made ground  
relocated natural ground

## ORGANIC SOILS

- humous  
organic mud  
peat  
gyttja  
lake marl  
organic soil

## organic content

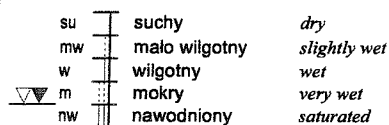
## OTHER DENOTATIONS

- crushed brick  
crushed concrete  
wood  
stones  
slag  
admixtures  
interbedding  
soils boundary  
stones

## RESIDUAL MINERAL SOILS

- gravel  
clayey gravel  
sand-gravel mix  
clayey sand-gravel mix  
coarse sand  
medium sand  
fine sand  
silty sand  
slightly clayey sand  
sandy silt  
silt  
clayey sand  
clayey and sandy silt  
clayey silt  
sandy clay with silt  
sandy and silty clay  
silty clay with sand  
sandy clay  
clay  
silty clay

- coarse gravel  
medium gravel  
fine gravel  
sandy gravel  
sand-gravel mix  
coarse sand  
medium sand  
fine sand  
silty sand  
slightly clayey sand  
clayey sand  
sandy clayey silt  
sandy silty clay  
silt  
sandy silt  
clayey silt  
clay  
sandy clay

WODA GRUNTOWA I WILGOTNOŚĆ GRUNTU  
GROUND WATER AND SOIL MOISTURE

sączenia water infiltration

nawiercony i ustabilizowany poziom wody gruntowej  
drilled and stabilized water tableustabilizowany poziom wody gruntowej  
stabilized water tablenawiercony poziom wody gruntowej  
drilled water table $I_p = W_p - W_n$  - wskaźnik plastyczności

plasticity index

 $I_c = \frac{W_L - W_p}{I_p}$  - wskaźnik konsystencji

consistency index

 $I_L = \frac{W - W_p}{I_p}$  - stopień plastyczności

liquidity index

 $I_D$  - stopień zagęszczenia

density index

 $W_n$  - wilgotność naturalna

natural moisture content

 $S_r$  - stopień wilgotności

degree of saturation

 $W_s$  - granica skurczalności

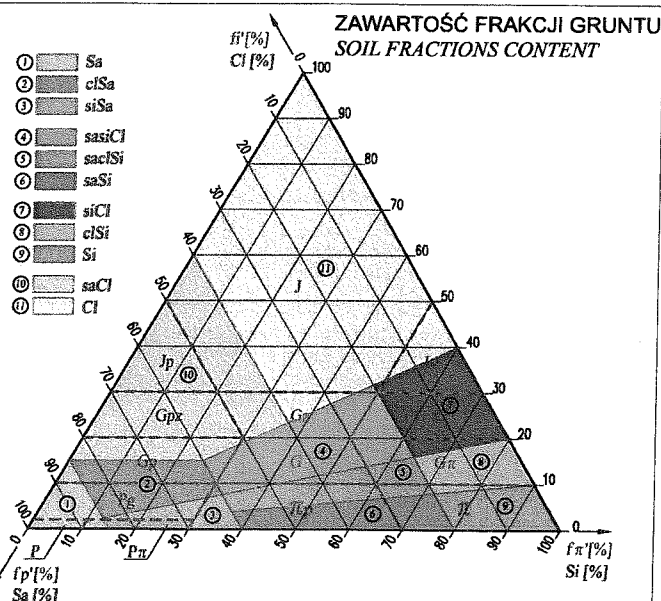
shrinkage limit

 $W_p$  - granica plastyczności

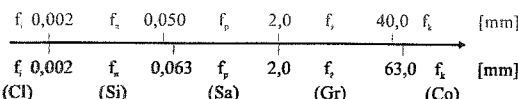
plastic limit

 $W_L$  - granica płynności

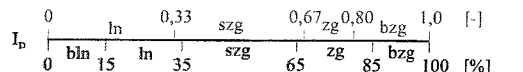
liquidity limit



## FRAKCJE GRUNTU / SOIL FRACTION

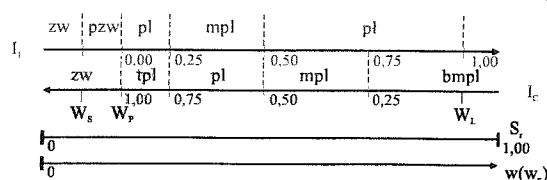


## ZAGĘSZCZENIE GRUNTÓW NIESPOISTYCH / NON-COHESSIVE SOILS COMPACTING



bln - bardzo luźny very loose ln - luźny loose  
szg - średniozagęszczony moderate dense zg - zagęszczony dense  
bzg - bardzo zagęszczony very dense

## KONSYSTENCJA GRUNTÓW SPOISTYCH / COHESIVE SOILS CONSISTENCY



zw - zwarty solid solid  
pzw - półzwarty semi solid  
tpl - twardoplastyczny hard plastic  
pl - plastyczny plastic  
mpl - miękkoplastyczny soft plastic  
pl - płynny liquid  
bmpl - bardzo miękkoplastyczny very soft plastic

SYMBOLE POBORU PRÓB GRUNTÓW ORAZ WÓD GRUNTOWYCH  
SYMBOLS OF SOIL AND GROUND WATER SAMPLES

- próba o naturalnej strukturze (NNS) natural structure sample  
próba o naturalnej wilgotności (NW) natural moisture content sample  
próba o naturalnym uziarnieniu (NU) natural granulation sample  
próbka wody gruntowej (WG) ground water sample

