

# **BIURO PROJEKTÓW „KANRYS”**

*Ryszard OWSIANOWSKI, Joanna FELSKA*  
**61-695 POZNAŃ, UL. ŻOŁNIERZY NARWIKU 23**  
**PRACOWNIA: 61-013 POZNAŃ, UL. RZECZNA 14**  
**Tel. 603 093 545, 691 309 582, NIP 972-115-10-47**  
kanrys@o2.pl                      www.kanrys.pl

## **PROJEKT GEOTECHNICZNY**

**DLA PLANOWANEJ BUDOWY PRZEPOMPOWNI SCIEKÓW PRZY  
ULICY SIENKIEWICZA W NOWYM TOMYŚLU**

**ZADANIE:                      „BUDOWA PRZEPOMPOWNI SCIEKÓW PRZY ULICY  
SIENKIEWICZA W NOWYM TOMYŚLU”**

**INWESTOR:                      PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIAGÓW I KANALIZACJI W  
NOWYM TOMYŚLU,  
SPÓŁKA Z O.O., UL. TARGOWA 8, 64-300 NOWY TOMYŚL.**

**NR DZIAŁKI:                      1611/4**  
**JEDNOSTKA EWID:              301504\_4, MIASTO NOWY TOMYŚL.**  
**OBREB:                              0001 NOWY TOMYŚL.**

	<b>Imię i Nazwisko</b>	<b>Podpis</b>
<b>OPRACOWALI</b>	mgr inż. Bartosz Szatanik LBS/0059/PBKb/21	Bartosz Szatanik
	mgr Tomasz Skrzypczyński VII-1685, XI/14/2011, XII/15/2011	

Rewizja –

Egzemplarz nr ...

## **SPIS TREŚCI:**

1. Wstęp .....	3
1.1. Podstawy formalne.....	3
1.2. Podstawa prawna.....	3
1.3. Podstawa merytoryczna .....	4
2. Opis planowanej inwestycji .....	4
2.1. Położenie inwestycji.....	4
2.2. Charakterystyka planowanej inwestycji.....	4
3. Warunki gruntowo – wodne.....	6
3.1. Budowa geologiczna .....	6
3.2. Warunki hydrogeologiczne .....	6
3.3. Warunki geotechniczne .....	6
3.4. Stopień skomplikowania warunków gruntowo – wodnych i kategoria geotechniczna	9
4. Projekt geotechniczny .....	9
4.1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie.....	9
4.2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych .....	10
4.3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych .....	12
4.4. Określenie oddziaływań od gruntu.....	13
4.5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego.....	14
4.6. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności .....	14
4.7. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów .....	19
4.8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych.....	20
4.9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom .....	20
4.10. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu, niezbędnego do rozpoznania zagrożeń mogących wystąpić w trakcie robót budowlanych lub w ich wyniku oraz w czasie użytkowania obiektu budowlanego. ....	21

## 1. Wstęp

### 1.1. Podstawy formalne

Opracowanie zostało wykonane na podstawie zlecenia od Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Nowym Tomyślu, Spółka z o.o., ul. Targowa 8, 64-300, Nowy Tomyśl.

Projektuje się obiekt **II kategorii geotechnicznej** w **złożonych warunkach** gruntowych. Niniejsze opracowanie obejmuje swoim zakresem budowę i eksploatację obiektów opisanych w punkcie 2.2 i nie odnosi się do innych zagadnień geotechnicznych prowadzonych poza tym zakresem.

### 1.2. Podstawa prawna

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

- [P-1]. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawienia obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012 poz. 463).
- [P-2]. PN-EN 1997-1. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1. Zasady ogólne.
- [P-3]. PN-EN1997-1:2008/AC.Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część1. Zasady ogólne.
- [P-4]. PN-EN1997-1:2008/Ap1. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część1. Zasady ogólne.
- [P-5]. PN-EN 1997-1:2008/Ap2. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1. Zasady ogólne.
- [P-6]. PN-EN 1997-1:2008/NA. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1. Zasady ogólne.
- [P-7]. PN-EN1997-2.Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [P-8]. PN-EN1997-2:2009/Ap1. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [P-9]. PN-EN1997-2:2009/AC. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [P-10]. PN-EN ISO 14688-1:2006. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.
- [P-11]. PN-ENISO14688-1:2006/Ap1. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.
- [P-12]. PN-EN ISO 14688-1:2006/A1. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.
- [P-13]. PN-EN ISO 14688-2:2006. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [P-14]. PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap1. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [P-15]. PN-EN ISO14688-2:2006/Ap2. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [P-16]. PN-EN ISO 14688-2:2006/A1 (poprawka do normy; luty 2014). Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [P-17]. PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady Ogólne.
- [P-18]. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.

- [P-19]. PN-B-02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [P-20]. PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
- [P-21]. PN-83/B-03010. Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [P-22]. PN-EN 206-1:2003. Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [P-23]. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r.: Prawo geologiczne i Górnicze – (tekst jednolity (Dz. U. 2022, poz. 1072 ze zm.)
- [P-24]. OBWIESZCZENIE PREZESA RADY MINISTRÓW z dnia 21 grudnia 2015r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (tj.Dz.U.2016.Poz.71).
- [P-25]. Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (tj.Dz.U.2017.poz.209).
- [P-26]. „Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów”; Instytut Techniki Budowlanej (Instrukcja nr 376), Warszawa, 2002 r.
- [P-27]. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych, (Dz.U. 2003 nr 47 poz. 401).
- [P-28]. Instrukcja ITB Nr 427/2007 : Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych.

### 1.3. Podstawa merytoryczna

Projekt opracowano w oparciu o dane zawarte w poniższych opracowaniach:

- [M-1]. Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego Z Opinią Geotechniczną. Budowa Przepompowni Ścieków przy ulicy Sienkiewicza w Nowym Tomyślu. Biuro Projektów „Kanrys”. Czerwiec 2023r.
- [M-2]. Opis techniczny do Projektu Budowlanego. Budowa Przepompowni Ścieków przy ulicy Sienkiewicza w Nowym Tomyślu. Biuro Projektów „Kanrys”. Grudzień 2023r.
- [M-3]. Mapa do celów projektowych.
- [M-4]. Strona internetowa: [geoportal.gov.pl](http://geoportal.gov.pl)
- [M-5]. Strona internetowa: [polska.geoportal2.pl](http://polska.geoportal2.pl)
- [M-6]. Strona internetowa: [geolog.pgi.gov.pl](http://geolog.pgi.gov.pl)

## 2. Opis planowanej inwestycji

### 2.1. Położenie inwestycji

Obszar inwestycji pod względem administracyjnym zlokalizowany jest na działce o nr ewidencyjnym 1611/4 obręb 0001 Nowy Tomyśl w m. Nowy Tomyśl, woj. wielkopolskie.

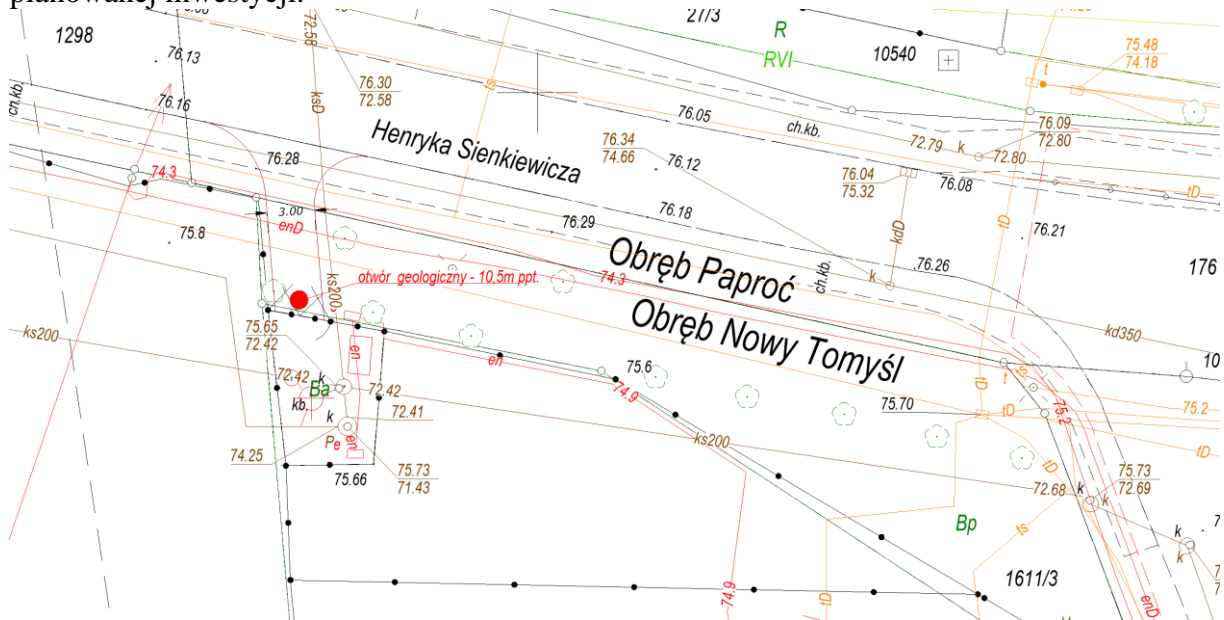
### 2.2. Charakterystyka planowanej inwestycji

Na podstawie danych zamieszczonych w [M-2] zamierzenie budowlane obejmuje budowę nowej przepompowni ścieków która zastąpi przepompownię istniejącą przy ulicy Sienkiewicza w Nowym Tomyślu.

Projektowana przepompownia przejmie zadania istniejącej przepompowni ścieków która zostanie unieczynniona a węzeł kanalizacji sanitarnej odprowadzającej ścieki przebudowany.

Na planie zagospodarowania terenu nowa przepompownia została zaprojektowana na ogrodzonym terenie obok przepompowni istniejącej – całość zlokalizowana na działce nr 1611/4.

Projektowana przepompownia ma na celu zapewnienie stałego odbioru ścieków sanitarnych z istniejącej i powstającej zabudowy mieszkaniowej i odprowadzenie nieczystości do oczyszczalni w Nowym Tomyślu. Poniżej na rysunkach 1 oraz 2 zamieszczono lokalizację planowanej inwestycji.



Rysunek 1 – Lokalizacja planowanej inwestycji z lokalizacją wykonanego otworu geotechnicznego [M-3]



Rysunek 2 – Widok na istniejącą zabudowę przedmiotowych działek [M-5]

Na przedmiotowej działce w miejscu planowanych robót działkę porastają drzewa.

W oparciu o przekazane dane zakłada się poziom posadowienia na poziomie -6,5m ppt., czyli na rzędnej 69,0 m n.p.m.

W przypadku zmian założeń opisanych powyżej należy bezzwłocznie powiadomić Projektanta niniejszego opracowania.

### 3. Warunki gruntowo – wodne

#### 3.1. Budowa geologiczna

Na podstawie analizy dokumentacji [M-1] stwierdzono, że w podłożu opisywanego obszaru występuje przypowierzchniowa warstwa gleby oraz głębiej pokład gruntów niespoistych wykształconych jako piaski drobne występujące w stanie luźnym. Od głębokości 3,3m poniżej poziomu terenu (ppt.) rozpoznano piaski drobne w stanie średniozagęszczonym. Na głębokości 8,2 m ppt. do głębokości rozpoznania udokumentowano ciągły pokład utworów spoistych.

Szczegółowe dane dotyczące budowy geologicznej znajdują się w opracowaniu [M-1].

#### 3.2. Warunki hydrogeologiczne

Wykonanymi wierceniami [M-1] osiągnięto pierwszy poziom wodonośny. Zwierciadło wody o charakterze swobodnym nawiercono w obrębie serii piaszczystej na głębokości 1,10 m p.p.t., czyli na poziomie 74,60 m n.p.m.

Głębokość zwierciadła swobodnego, poziomy stabilizacji oraz poziomy i intensywność sączeń mogą ulegać zmianom w zależności od pory roku, wielkości opadów, stanu wód w przyległych ciekach, ewentualnych piętrzeń budowli hydrotechnicznych.

Szczegółowe dane dotyczące warunków hydrogeologicznych znajdują się w opracowaniu [M-1].

#### 3.3. Warunki geotechniczne

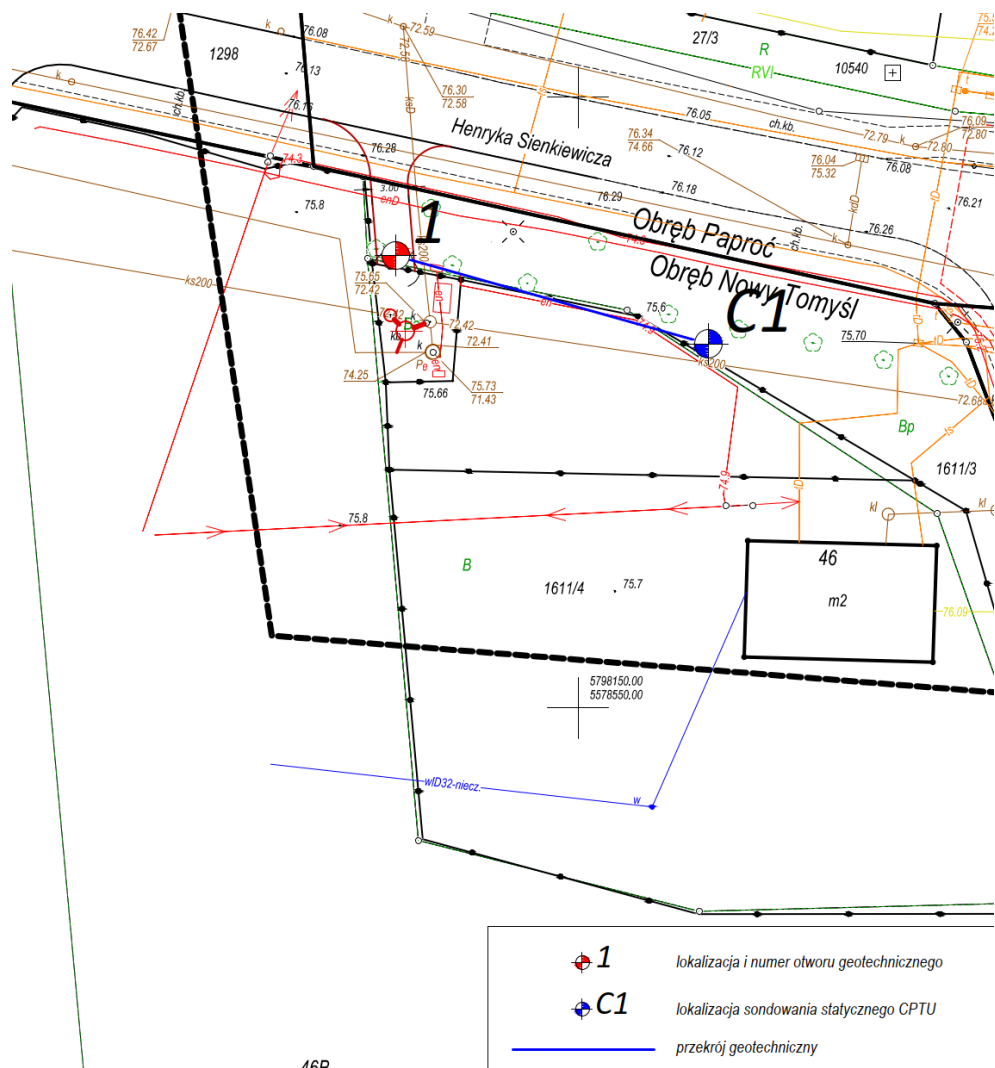
Wg opracowania [M-1] warunki geotechniczne określono na podstawie danych uzyskanych z wiercenia badawczego, analiz makroskopowych gruntów, sondowania statycznego CPTU i prac kameralnych. Rodzime grunty występujące w podłożu ujęto w warstwy geotechniczne, których podział przedstawia tabela 1:

**Tabela 1 - podział na warstwy geotechniczne**

geneza	Oznaczenie warstwy geotechnicznej	rodzaj gruntu wg PN-EN ISO 14688	stan gruntu	st. zagęszczenia	st. plastyczności
				I <sub>D</sub>	I <sub>L</sub>
piaski wodnolodowcowe (sandrowe)	IA	FSa	ln	<b>0,14÷0,33</b>	-
	IB	FSa	szg	<b>~0,48</b>	-
	IC	FSa	zg	<b>~0,75</b>	-
	ID	Ps; Pr	ln	<b>0,14÷0,33</b>	-
	IE	Pr	szg	<b>0,52÷0,66</b>	-
	IF	Pr	zg	<b>0,74÷0,78</b>	-
gliny morenowe	IIA	siMCl/siFCl	mpl	-	~0,52
	IIB	saCCl	pl	-	~0,31
	IIC	saCCl	tpl	-	<b>0,19÷0,25</b>

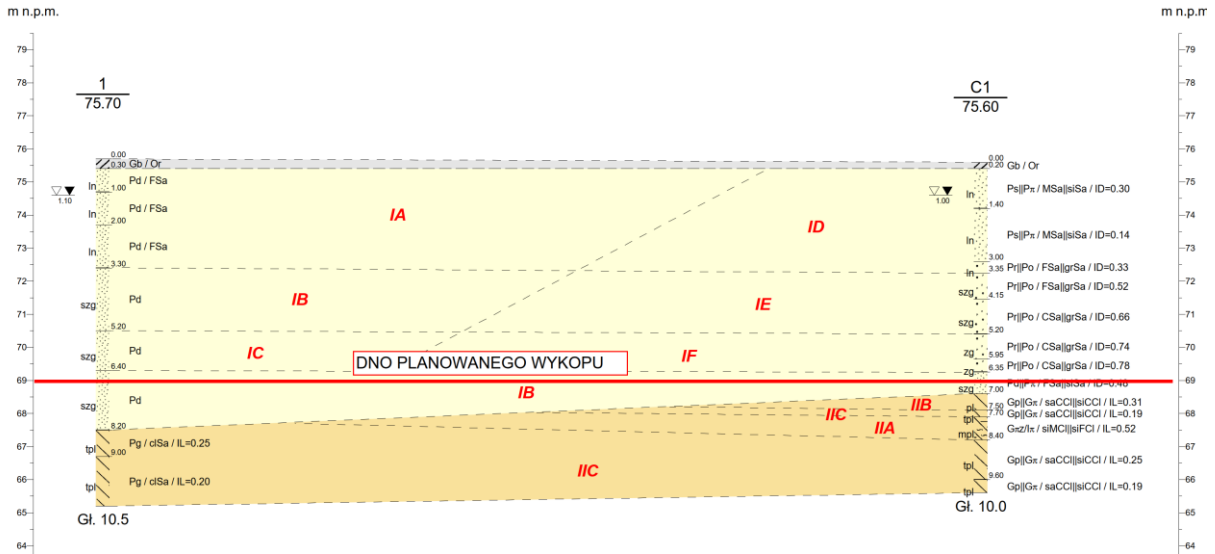
Parametry geotechniczne podłoża określono wytycznych wg PN-EN 1997 Eurokod 7, Recommendations on Excavations EAB (DGGT 2008r.) oraz wyników sondowania statycznego CPTU.

Poniżej przedstawiono plan sytuacyjny wraz z lokalizacją punktów badawczych, przekrój geotechniczny oraz wykres sondowania CPTu [M-1].



Rysunek 3 - Fragment mapy dokumentacyjnej [M-1]

**PROJEKT GEOTECHNICZNY**  
**BUDOWA PRZEPOMPOWNI SCIEKÓW PRZY ULICY SIENKIEWICZA W NOWYM TOMYŚLU**  
 DZ. EWID.: 1611/4  
 301504\_4, MIASTO NOWY TOMYŚL  
 0001 NOWY TOMYŚL



Rysunek 4 – Przekrój geotechniczny [M-1]

<b>INTERPRETACJA SONDEWANIA CPTu</b>														
<b>CPTu_1</b>														
Wiertnica: sonda CPTu														
Rejon: ul. Sienkiewicza Miejscowość: Nowy Tomyśl Gmina: Nowy Tomyśl Powiat: nowotomyski Województwo:			Wiercenie: Transprojekt Geotechnika Sp. z o.o. Dozór geol.: mgr Piotr Sobolewski VI-0448						System wiercenia: sondowanie statyczne					
									Rzędna: 0.00 m n.p.m.			Głębokość: 10.00 m		
									Skala 1 : 100			Data wiercenia: 2023-11-13		
Profil	Skala [m]	Głębokość zwierniada wody [m p.p.l.]	Przebieg [m]	Opis Litologiczny	Symbol gruntu	Parametry wyliczone z CPT					qc [MPa]	RI [%]		
1	2	3	4	5	6	IL	ID	Mo [MPa]	Su [MPa]	FI	13	14	15	
			0.20	Gleba	Gb									
			1.40	Piaski do piasków pylistych (8)	Ps//Pπ	0.30	20.1			30.4	4.5			
			3.00	Piaski do pospótek (9)	Pr//Pο	0.14	11.8			28.5	2.7			
			3.35	Piaski do pospótek (9)	Pr//Pο	0.33	25.1			32.0	5.1			
			4.15	Piaski do pospótek (9)	Pr//Pο	0.52	47.3			34.0	9.4			
			5.20	Piaski do pospótek (9)	Pr//Pο	0.66	74.0			35.4	14.8			
			5.95	Piaski do pospótek (9)	Pr//Pο	0.74	94.0			36.2	18.7			
			6.35	Piasek do piasków pylistych (8)	Pd//Pπ	0.78	109.7			36.6	21.6			
			7.00	Gliny piaszczyste do glin pylistych (7)	Gp//Gπ	0.48	41.4			32.6	8.8			
			7.50	Gliny piaszczyste do glin pylistych (7)	Gp//Gπ	0.31		11.4	0.07	19.1	1.4			
			7.70	Gliny piaszczyste do glin pylistych (7)	Gp//Gπ	0.19		29.0	0.12	23.3	3.1			
			8.40	Gliny pylaste związane do ilow pylistych (5)	Gπz//It	0.52		4.9	0.04	14.5	0.7			
			9.60	Gliny piaszczyste do glin pylistych (7)	Gp//Gπ	0.25		13.0	0.08	19.5	1.7			
			10.00	Gliny piaszczyste do glin pylistych (7)	Gp//Gπ	0.19		20.1	0.09	21.3	2.5			

Rysunek 5 – Sondowanie CPTu 1 [M-1]



### **3.4. Stopień skomplikowania warunków gruntowo – wodnych i kategoria geotechniczna**

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że teren planowanej inwestycji charakteryzuje się **złożonymi warunkami gruntowymi** wg [P-1]. Założono, że budowane obiekty będą posadowione:

- poniżej zwierciadła wody gruntowej,

Należy liczyć się z możliwymi wyższymi poziomami wód gruntowych w zależności od pory roku i wielkości opadów, stanu wód w przyległych ciekach, ewentualnych piętren budowli hydrotechnicznych.

Na podstawie Rozporządzenia [P-1] ustala się **drugą kategorię geotechniczną** dla planowanej inwestycji.

## **4. Projekt geotechniczny**

Projekt geotechniczny został opracowany zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych [P-1].

Projekt geotechniczny swoim zakresem odnosi się do konstrukcji projektowanych fundamentów wymienionych w punkcie 2.2 i nie obejmuje innych zagadnień geotechnicznych.

### **4.1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie**

Zachowanie się podłoża w czasie budowy i eksploatacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W początkowej fazie – wykopu nastąpi odprężenie podłoża.</li> <li>• Możliwa zmiana zagęszczenia podłoża po wykonaniu wykopu (zmniejszenie stopnia zagęszczenia).</li> <li>• Po przyłożeniu obciążenia nastąpi osiadanie podłoża.</li> <li>• Z uwagi na obecność gruntów drobnoziarnistych osiadania mogą się zrealizować w dłuższym czasie od przyłożonego obciążenia.</li> <li>• Nie zaleca się używania maszyn generujących drgania.</li> <li>• W przypadku ekspozycji niezabezpieczonego podłoża gruntowego na warunki atmosferyczne w okresie zimowym możliwe zamarzanie gruntu. Nie dopuszcza się wbudowywania oraz prowadzenia robót fundamentowych na zamrożonym podłożu.</li> <li>• Podczas pograżania grodziec zabezpieczenia wykopu istnieje możliwość uszkodzenia instalacji przylegających do terenu budowy w wyniku generowanych drgań.</li> </ul>
Zmiany warunków wodnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Głębokość zwierciadła swobodnego, poziomy stabilizacji oraz poziomy i intensywność sączeń mogą ulegać zmianom w zależności od pory roku i wielkości opadów stanu wód w przyległych ciekach, ewentualnych piętren budowli hydrotechnicznych.</li> <li>• Niekontrolowane prowadzenie odwodnienia w czasie budowy obiektu może prowadzić do procesów sufozyjnych oraz osiadań sąsiedniej zabudowy.</li> </ul>

Skurcz i pęcznienie gruntów	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przy zachowaniu zaleceń projektowych oraz przy wykonywaniu robót zgodnie ze sztuką budowlaną pęcznienie i skurcz jest pomijalnie małe.</li> <li>• Zaleca się bezpośrednio po wykonaniu wykopu zabezpieczyć dno warstwą betonu podkładowego</li> <li>• Nagłe zmiany wilgotności mogą wywołać zmiany objętości gruntów.</li> </ul>
Powierzchniowe ruchy masowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przy zachowaniu zaleceń projektowych oraz przy wykonywaniu robót zgodnie ze sztuką budowlaną powierzchniowe ruchy masowe nie wystąpią.</li> </ul>
Osiadanie zapadowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nie występuje</li> </ul>
Zmiany termiczne w gruncie w poziomie posadowienia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W przypadku ekspozycji gruntów wysadzinowych powyżej głębokości przemarzania mogą wystąpić zjawiska wysadzinowe.</li> </ul>
Szkody górnicze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nie występuje</li> <li>• Przedmiotowy teren znajduje się na obszarze i terenie górniczym Paproć I (gaz ziemny)</li> </ul>

#### 4.2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych

Zgodnie z [P-2] i [P-3] wartości parametrów geotechnicznych należy ocenić bezpośrednio albo wyprowadzić za pomocą wzoru:

$$X_d = \frac{X_k}{\gamma_M}$$

gdzie:

$X_d$  – wartość obliczeniowa parametru geotechnicznego,  
 $X_k$  – wartość charakterystyczna parametru geotechnicznego,  
 $\gamma_M$  – współczynnik częściowy do parametru geotechnicznego.

Zaleca się przyjmowanie wartości efektywnych parametrów geotechnicznych.

Typowe parametry efektywne dla gruntów spoistych oraz gruntów organicznych-  
 Recommendation on Excavation EAB.

Table 4.2. Empirical values for the shear strength of cohesive soils

Soil type	Abbreviation to DIN 18 196	Consistency	Shear strength		
			Earth moist	Cohesion	
			$\phi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c'_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Silty soils</b>					
Slightly plastic silts ( $w_L < 35\%$ )	UL	soft	27.5–32.5	0	5–60
		stiff		2–5	20–150
		nearly hard		5–10	50–300
Medium-plastic silts ( $35\% \leq w_L \leq 50\%$ )	UM	soft	22.5–30.0	0	5–60
		stiff		5–10	20–150
		nearly hard		10–15	50–300
<b>Clay soils</b>					
Slightly plastic clays ( $w_L < 35\%$ )	TL	soft	22.5–30.0	0–5	5–60
		stiff		5–10	20–150
		nearly hard		10–15	50–300
Medium-plastic clays ( $35\% \leq w_L \leq 50\%$ )	TM	soft	17.5–27.5	5–10	5–60
		stiff		10–15	20–150
		nearly hard		15–20	50–300
Highly plastic clays ( $w_L > 50\%$ )	TA	soft	15.0–25.0	5–15	5–60
		stiff		15–20	20–150
		nearly hard		15–25	50–300
<b>Organic soils</b>					
Organic silt	OU and OT	very soft	17.5–22.5	0	2–20
Organic clay		soft		2–5	5–60
		stiff		5–10	20–150

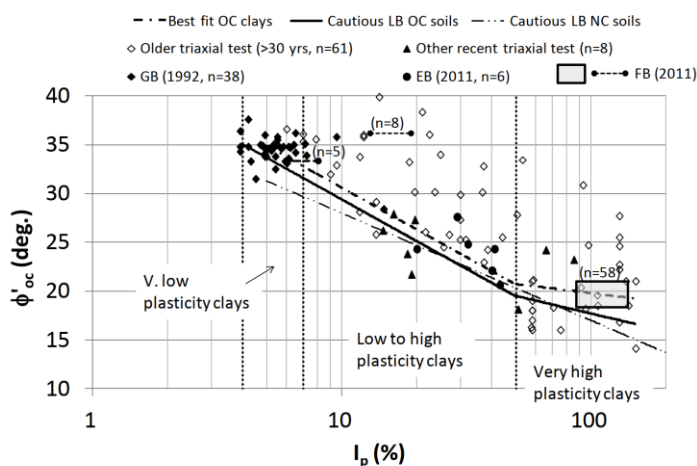


Figure 5. Relationship between peak angle of shearing resistance  $\phi'_{oc}$  and plasticity index  $I_p$  for overconsolidated undisturbed clays

W oparciu o wyniki badań laboratoryjnych przedstawionych w punkcie 3.3 możliwe jest wyznaczenie efektywnych parametrów poszczególnych warstw podłoża.

### 4.3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych

#### Stany graniczne nośności wg EC – 7:

##### A. Stan graniczny nośności STR i GEO

Norma EC-7 [P-2], [P-3] wyróżnia trzy podejścia obliczeniowe różniące się rozkładem współczynników częściowych, pomiędzy oddziaływania, efekty oddziaływań, parametry geotechniczne i inne właściwości materiałowe. Współczynniki bezpieczeństwa zostały podzielone na zestawy oznaczone:

A – do oddziaływań i efektów oddziaływań,

M – do parametrów geotechnicznych,

R – do oporów lub nośności.

Wartości współczynników częściowych podano w tabelach poniżej:

Tabela 2 – Współczynniki częściowe do oddziaływań i efektów oddziaływań

Oddziaływanie		Symbol	Zestaw	
			A1	A2
Stałe	Niekorzystne	$\gamma_G$	1,35	1,0
	Korzystne		1,0	1,0
Zmienne	Niekorzystne	$\gamma_Q$	1,5	1,3
	Korzystne		0	0

Tabela 3 – Współczynniki częściowe do parametrów geotechnicznych

Parametr gruntu	Symbol	Zestaw	
		M1	M2
Kąt tarcia wewnętrznego (do $\tan \varphi$ )	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	$\gamma_{qu}$	1,0	1,4
Ciężar objętościowy	$\gamma_{\gamma}$	1,0	1,0

Tabela 4 – Współczynniki częściowe do oporu/nośności dotyczące fundamentów bezpośrednich

Nośność	Symbol	Zestaw		
		R1	R2	R3
Nośność podłoża	$\gamma_{R:v}$	1,0	1,4	1,0
Przesunięcie	$\gamma_{R:h}$	1,0	1,1	1,0

W zależności od szczegółów konstrukcyjnych obiektu na podstawie przedstawionych warunków gruntowo – wodnych Projektant powinien przyjąć jedno z trzech podejść obliczeniowych.

**Podejście obliczeniowe 1** polega na analizie dwóch zestawów współczynników częściowych. W podejściu tym współczynniki stosuje się do oddziaływań lub efektów oddziaływań jak i do parametrów geotechnicznych. Kombinacja pierwsza polega na założeniu, że odchylenia od wielkości charakterystycznych dotyczą oddziaływań, jednocześnie zakładając

wysoką pewność wyznaczenia parametrów geotechnicznych. Kombinacja druga zakłada, że odchylenia od wielkości charakterystycznych dotyczą parametrów geotechnicznych.

Kombinacja 1: A1+M1+R1

Kombinacja 2: A2+M2+R1

**Podejście obliczeniowe 2** – współczynniki częściowe stosuje się do oddziaływań albo efektów oddziaływań jak i do oporów (nośności).

Kombinacja: A1+M1+R2

**Podejście obliczeniowe 3** – współczynniki częściowe należy stosować do oddziaływań lub efektów oddziaływań od konstrukcji, jak również do parametrów gruntu i materiałów.

Kombinacja: (A1 lub A2) +M2+R3

### **B. Stan graniczny nośności UPL**

Tabela 5 – Współczynniki częściowe do oddziaływań

Oddziaływanie		Symbol	Wartość
Stałe	Niekorzystne destabilizujące	$\gamma_{G;dst}$	1,00
	Korzystne stabilizujące	$\gamma_{G;stb}$	0,90
Zmienne	Niekorzystne destabilizujące	$\gamma_{Q;dst}$	1,50

Tabela 6 – Współczynniki częściowe do parametrów geotechnicznych i oddziaływań stabilizujących

Parametr gruntu	Symbol	Wartość
Kąt tarcia wewnętrznego (do $\tan \varphi$ )	$\gamma_{\varphi'}$	1,25
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1,25
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	$\gamma_{cu}$	1,40
Nośność pala wyciąganego	$\gamma_{s;st}$	1,40
Nośność kotwy	$\gamma_a$	1,40

### **C. Stan graniczny nośności HYD**

Tabela 7 – Współczynniki częściowe do oddziaływań

Oddziaływanie		Symbol	Wartość
Stałe	Niekorzystne destabilizujące	$\gamma_{G;dst}$	1,35
	Korzystne stabilizujące	$\gamma_{G;stb}$	0,90
Zmienne	Niekorzystne destabilizujące	$\gamma_{Q;dst}$	1,50

## **4.4. Określenie oddziaływań od gruntu**

Do oddziaływań geotechnicznych zalicza się ogólne oddziaływania przekazywane na konstrukcję przez grunt i wodę gruntową lub powierzchniową. Przewiduje się wystąpienie typowych oddziaływań geotechnicznych takich jak parcie gruntu na konstrukcję ścian oraz odpór gruntu.

W niepożądanym przypadku może nastąpić zmiana stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych w poziomie posadowienia fundamentów lub dna wykopu. Wahania zwierciadła wody gruntowej mogą spowodować rozluźnienie niespoistych warstw podłoża gruntowego.

Dla potrzeb opracowania niniejszego projektu przyjęto prowadzenie robót w wykopie zabezpieczonym ściankami szczelnymi z rozparciem, grodzice stalowe zakotwione w warstwie glin słaboprzepuszczalnych zapewniających realizację zadania w wykopie z ograniczonym dopływem wody gruntowej. Alternatywnie Proponuje się zabezpieczenie dna wygrodenia wykopu korkiem z cementogruntu.

Należy przestrzegać wymagań dotyczących maksymalnych przemieszczeń poziomych konstrukcji [P-26]. Podczas pograżania grodzic zabezpieczenia wykopu istnieje możliwość uszkodzenia instalacji przylegających do terenu budowy w wyniku generowanych drgań.

Proponuje się przeprowadzenie obliczeń konstrukcji oporowej, uwzględniając obciążenie naziomu w czasie budowy.

Dla obiektów, których poziom posadowienia znajduje się poniżej ustabilizowanego zwierciadła wody gruntowej należy przeanalizować możliwość wyporu konstrukcji. Należy uwzględnić wahania zwierciadła wody gruntowej.

Zgodnie z wymogami normy [P-2] należy przeanalizować wpływ niezamierzonego „przekopania” wykopu o 10% jego planowanej głębokości, wykonując dodatkowe obliczenia: parcia czynnego i biernego, ze współczynnikami i obliczeniowymi dla parcia czynnego i parcia biernego: parcie czynne / bierne  $\psi_a = 1,0(\div 1,1)$  oraz  $\psi_p = 1,0(\div 1,1)$ .

#### **4.5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego**

Planowana inwestycja drugiej kategorii geotechnicznej w złożonych warunkach gruntowych realizowana będzie w terenie o teoretycznie horyzontalnie ułożonych warstwach gruntowych.

Na analizowanym terenie występuje woda o swobodnym zwierciadle na rzędnej 74,60 m n.p.m.

Zaleca się przyjmowanie parametrów odkształceniowych podłoża gruntowego na podstawie sondowań CPTU. Parametry wytrzymałościowe poszczególnych warstw podłoża zaleca się przyjmować w oparciu o korelacje opisane w punkcie 4.2 oraz współczynniki częściowe opisane w rozdziale 4.3 niniejszego opracowania.

W obliczeniach konstrukcyjnych należy uwzględnić niekorzystne działanie wyporu wody gruntowej na konstrukcję fundamentów.

Należy przeanalizować zasięg prowadzonych wykopów na sąsiednią zabudowę zgodnie z Instrukcją [P-26].

#### **4.6. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności**

##### **Stan graniczny nośności – SGN**

Stan graniczny nośności projektowanych fundamentów oraz stateczności skarp należy ustalić na podstawie [P-2] stosując odpowiednie podejście obliczeniowe.

Poniżej zestawiono bezpieczne wartości nachylenia skarp wykopów w gruntach spoistych oraz wskaźnikowe wartości parametrów geotechnicznych używane do obliczeń stateczności w otwartych wykopach.

Grunty <sup>1)</sup>	Wysokość skarpy	Nachylenie wykopu	Nachylenie nasypu	Wskaźnik plastyczności	Gęstość objętościowa						
	<i>h</i> m	– –	– –	<i>I<sub>p</sub></i> –	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\varphi$ stopnie	<i>c</i> kN/m <sup>2</sup>				
Piaski ilaste (clSa)	0–3 3–6	1:1,25 1:1,6	1:1,6 1:2	< 0,10	18	25	5 <sup>2)</sup>				
Piaski pylaste (siSa)	6–9 9–12	1:1,75 1:1,9	1:2,2 1:2,3								
Pyły (Si)	12–15	1:2	1:2,4								
Gliny (sasiCl) (sisaCl)	0–3 3–6 6–9 9–12 12–15	1:1,25 1:1,25 1:1,4 1:1,6 1:1,7	1:1,25 1:1,6 1:1,8 1:1,9 1:2					od 0,10 do 0,20	19	25	10 <sup>2)</sup>    5 <sup>3)</sup>
Iły pylaste i piaszczyste (siCl), (saCl)	0–3 3–6 6–9 9–12 12–15	1:1,25 1:1,25 1:1,25 1:1,7 1:2	1:1,25 1:1,7 1:2,1 1:2,4 1:2,5					od 0,20 do 0,30	20	17,5	20 <sup>2)</sup>    10 <sup>3)</sup>
Iły (Cl)	0–3 3–6 6–9 9–12 12–15	1:1,25 1:1,25 1:1,25 1:1,5 1:2	1:1,25 1:1,4 1:2,6 1:3,2 1:3,5	> 0,30	20	10	35 <sup>2)</sup>    17,5 <sup>3)</sup>				

<sup>1)</sup> nazwy gruntów wg normy [18]  
<sup>2)</sup> wartości dotyczące wykopów  
<sup>3)</sup> wartości dotyczące nasypów

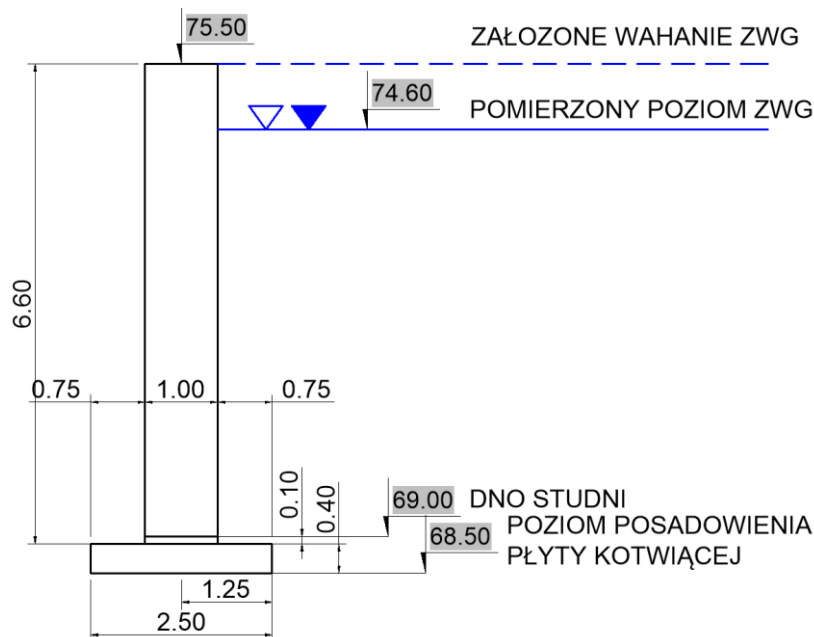
Rysunek 6 – Kąty nachylenia zboczy wykopów różnych wysokości w gruntach spoiстых oraz wskaźnikowe parametry do obliczeń stateczności wykopów [P-28].

### Obliczenia SGN – stan graniczny wyparcia UPL

Na potrzeby niniejszego opracowania przeanalizowano zabezpieczenie studni przed wyporem w postaci płyty kotwiącej o określonej średnicy.

Przeanalizowano zakotwienie studni o średnicy 1,0m oraz studni o średnicy 2,0m.

- Przykład 1 – studnia o średnicy 1.0m



Rysunek 7 – założona konstrukcja kotwienia studni 1.0m (płyta kołowa o średnicy 2.5m)

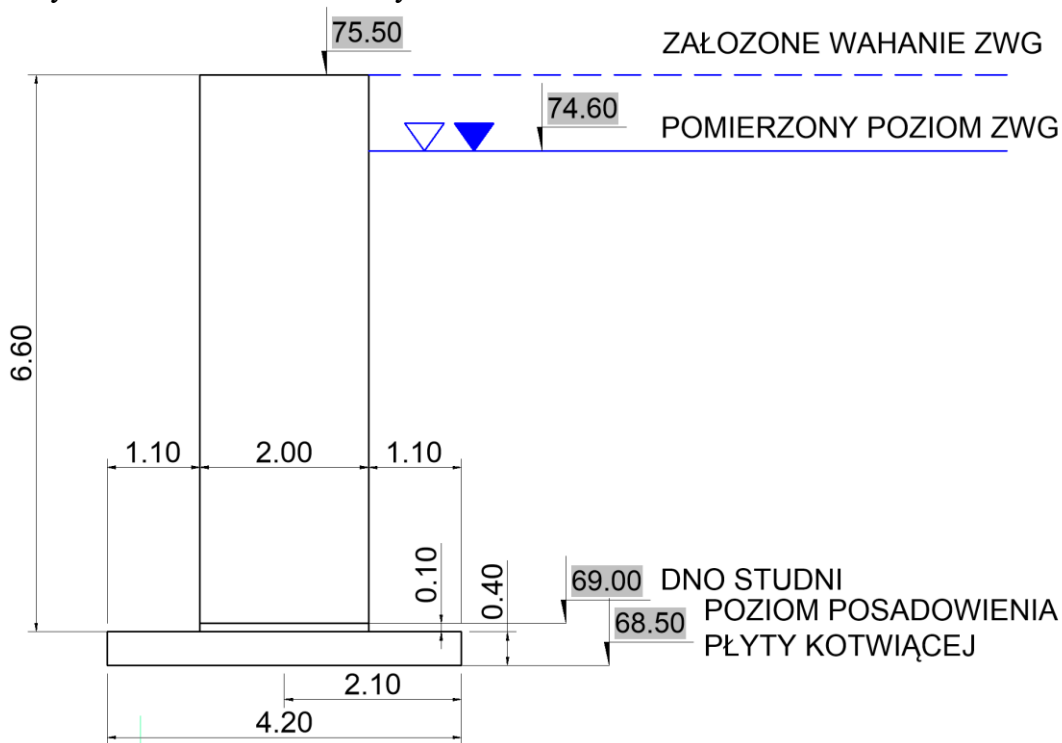
r	0.50	m	promień studni
$h_w$	6.60	m	wysokość zanurzonej studni
$\gamma_w$	10.00	kN/m <sup>3</sup>	ciężar wody
$\gamma_{Q;dst}$	1.50	-	współczynnik częściowy
$V_{dst;d}$	<b>77.75</b>	<b>kN</b>	<b>obliczeniowe oddziaływania destabilizujące</b>
R	1.25	m	promień płyty kotwiącej
$\gamma$	17.50	kN/m <sup>3</sup>	ciężar zasyпки powyżej zwg
$\gamma'$	7.50	kN/m <sup>3</sup>	ciężar zasyпки poniżej zwg
$P_k$	4.91	m <sup>2</sup>	pole płyty kotwiącej
$P_s$	0.79	m <sup>2</sup>	pole studni
$P_o$	4.12	m <sup>2</sup>	pole odsadzek
$\gamma_{G;stb}$	0.90	-	współczynnik częściowy
$h_w$	6.60	m	wysokość zanurzonej zasyпки
$h_s$	0.00	m	wysokość niezanurzonej zasyпки
$G_{stb;d}$	<b>183.69</b>	<b>kN</b>	<b>obliczeniowy opór przeciwdziałający wyparciu</b>

$$V_{dst;d} = 77,75 \text{ kN} \leq G_{stb;d} = 183,69 \text{ kN}$$

Warunek spełniony

**UWAGA:**

1. Płytę kotwiącą trwale przymocować do konstrukcji studni.
  2. Zamiennie można zastosować płytę kotwiącą prostokątną o polu powierzchni nie mniejszym niż 4,91m<sup>2</sup>.
- Przykład 2 – studnia o średnicy 2.0m



Rysunek 8 – założona konstrukcja kotwienia studni 2.0m (płyta kołowa o średnicy 4.2m)



r	1.00	m	promień studni
$h_w$	6.60	m	wysokość zanurzonej studni
$\gamma_w$	10.00	$\text{kN/m}^3$	ciężar wody
$\gamma_{Q;dst}$	1.50	-	współczynnik częściowy
$V_{dst;d}$	<b>311.02</b>	<b>kN</b>	<b>obliczeniowe oddziaływania destabilizujące</b>
R	2.10	m	promień płyty kotwiącej
$\gamma$	17.50	$\text{kN/m}^3$	ciężar zasyпки powyżej zwg
$\gamma'$	7.50	$\text{kN/m}^3$	ciężar zasyпки poniżej zwg
$P_k$	13.85	$\text{m}^2$	pole płyty kotwiącej
$P_s$	3.14	$\text{m}^2$	pole studni
$P_o$	10.71	$\text{m}^2$	pole odsadzek
$\gamma_{G;stb}$	0.90	-	współczynnik częściowy
$h_w$	6.60	m	wysokość zanurzonej zasyпки
$h_s$	0.00	m	wysokość niezanurzonej zasyпки
$G_{stb;d}$	<b>477.26</b>	<b>kN</b>	<b>obliczeniowy opór przeciwdziałający wyparci</b>

$$V_{dst;d} = 311,02 \text{ kN} \leq G_{stb;d} = 477,26 \text{ kN}$$

Warunek spełniony

UWAGA:

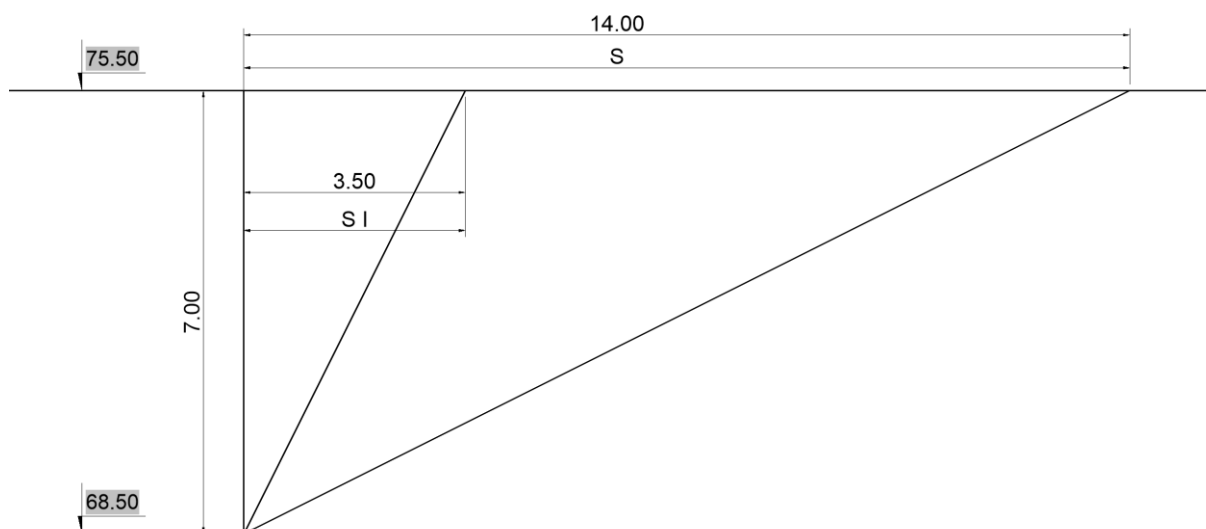
1. Płytę kotwiącą trwale przymocować do konstrukcji studni.
2. Zamiennie można zastosować płytę kotwiącą prostokątną o polu powierzchni nie mniejszym niż  $13,85\text{m}^2$ .

Zasięg oddziaływania wykopu w oparciu o [P-26]:

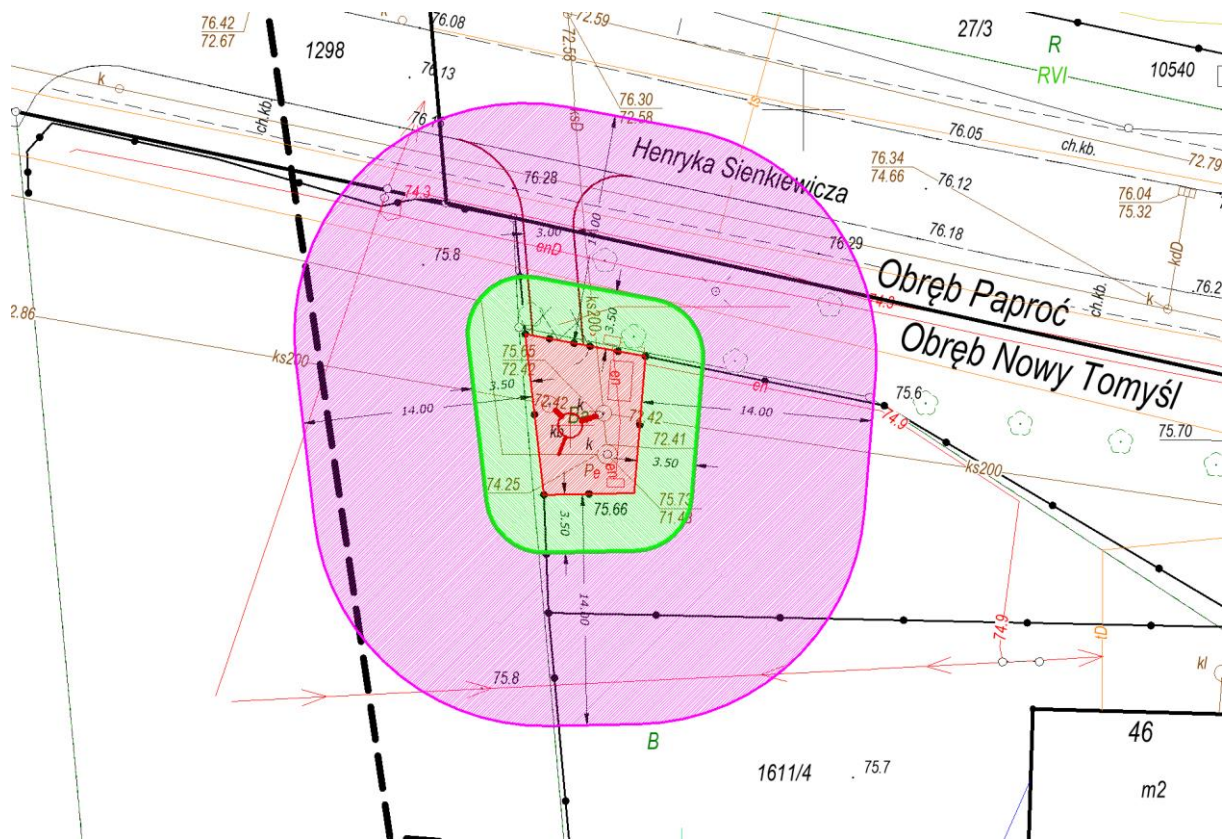
Dla wykopów w piaskach obowiązują następujące zasięgi stref oddziaływania:

$$S_I = 0,5 * H_w$$

$$S = 2,0 * H_w$$



Rysunek 9 – zasięg stref oddziaływania wykopu do rzędnej 68,50 m n.p.m.  
 S<sub>I</sub> oraz S w oparciu o [P-26]



Rysunek 10 – plan zasięgu stref oddziaływania wykopu SI oraz S w oparciu o [P-26]  
 (kolor magenta – zasięg strefy S, kolor zielony - zasięg strefy SI)

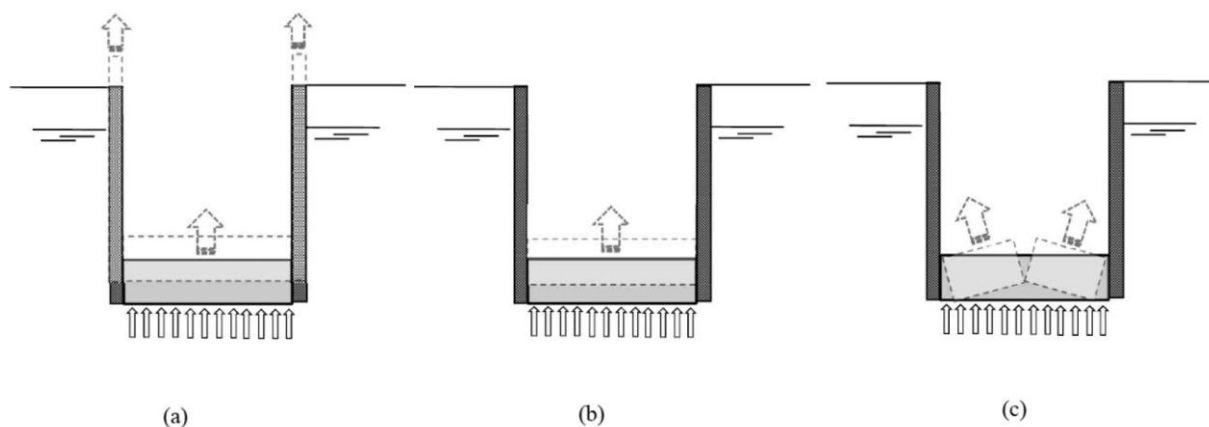
Uwaga:

1. W zasięgu strefy SI należy umieścić punkty monitoringu geodezyjnego obiektów zgodnie z [P-26].
2. W zasięgu strefy S zaleca się prowadzić monitoring geodezyjny obiektów zgodnie z [P-26].

### SGN dla wykopów wygradzonych ściankami szczelnymi – stan graniczny wyparcia UPL

Zakłada się wykonanie wygradzenia komory ściankami szczelnymi z zakotwieniem w glinach twardoplastycznych na głębokość zapewniająca stateczność w stanie UPL.

W przypadku powstania przesłanek w trakcie realizacji zamierzenia budowlanego do niezapewnienia stateczności wygradzenia wykopu z uwagi na przebiecie hydrauliczne należy zapewnić stateczność poprzez wykonanie korka z cementogruntu w technologii JET GROUTING.



Rys. 8. Analizowane mechanizmy zniszczenia uszczelnienia dna:  
a) wyparcie całej konstrukcji wykopu; b) wyparcie przegrody; c) zniszczenie przegrody na skutek wylamania

Rysunek 11 – możliwe mechanizmy zniszczenia konstrukcji wykopu [źródło: G. Modoni, A.Flora, S.Lirer, M.Ochmański, P.Croce *Projektowanie uszczelnienia dna wykopu wykonanego w technologii jet grouting*]

### Stan graniczny użyteczności – SGU

Obliczenia osiadań podłoża gruntowego pod projektowanymi fundamentami należy prowadzić zgodnie z [P-2], [P-21].

Zaleca się przyjmowanie parametrów odkształceniowych podłoża gruntowego na podstawie sondowań CPTU. Parametry wytrzymałościowe poszczególnych warstw podłoża zaleca się przyjmować w oparciu o korelacje opisane w punkcie 4.2 oraz współczynniki częściowe opisane w rozdziale 4.3 niniejszego opracowania.

Wartości graniczne odkształceń konstrukcji i przemieszczeń fundamentów zawarto w załączniku H [P-2].

W przypadku przekroczenia dopuszczalnych odkształceń konstrukcji lub/i przemieszczeń fundamentów zaleca się wzmocnienie podłoża gruntowego.

Po ustaleniu docelowych gabarytów oraz obciążeń konstrukcji powiadomić Projektanta niniejszego opracowania.

## **4.7. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów**

Dla prawidłowego zaprojektowania fundamentów na etapie wykonawczym niezbędne jest określenie przez Projektanta konstrukcji wartości obciążeń przekazywanych na podłoże w poziomie posadowienia fundamentów, wymiarów fundamentów, poziomów posadowienia oraz materiałów z jakich zostaną wykonane fundamenty. Ponadto jako niezbędne do zaprojektowania są otwory geotechniczne, wartości parametrów geotechnicznych oraz częściowe współczynniki bezpieczeństwa.

W obliczeniach fundamentów zagłębionych poniżej poziomu zwierciadła wody gruntowej, należy w obliczeniach uwzględnić możliwość podniesienia się zwierciadła wody gruntowej i związane z tym wystąpienie parcia wody gruntowej na konstrukcję fundamentów.

#### **4.8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych**

Roboty ziemne i fundamentowe należy wykonywać pod nadzorem geotechnicznym.

Badania kontrolne winny obejmować:

- Sprawdzenie rodzaju i stanu gruntu wydobywanego z wykopu (w tym sprawdzenie zgodności warunków gruntowo-wodnych z przedstawionymi w dokumentacji [M-1]),
- Sprawdzenie rodzaju i stanu gruntu w poziomie posadowienia (w tym sprawdzenie zgodności warunków gruntowo – wodnych z przedstawionymi w dokumentacji [M-1]) – wykonywane w poziomie posadowienia potwierdzone wpisem do dziennika budowy,
- prace ziemne należy wykonywać w miarę możliwości w porze suchej,
- w przypadku pogorszenia stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych w poziomie posadowienia fundamentów, konieczne jest dogęszczenie podłoża do wartości określonych w projekcie posadowienia,
- wykonanie projektu monitoringu przemieszczeń konstrukcji zabezpieczenia wykopu oraz obiektów znajdujących się w pobliżu w oparciu o [P-26].
- Wykonanie badań zanieczyszczenia gruntu oraz wód gruntowych.

Wyniki badań kontrolnych winny zostać ujęte w dokumentacji powykonawczej budowy.

#### **4.9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom**

Na etapie nadzoru geotechnicznego w trakcie robót ziemnych należy wykonać uzupełniające badania agresywności wody gruntowej w stosunku do stali i betonu.

Z badań [M-1] wynika, że wody występujące w podłożu przedmiotowej inwestycji tworzą jeden poziom, połączony ze sobą hydraulicznie.

Woda podziemna pochodzi z infiltrujących opadów atmosferycznych oraz roztopów pokrywy śnieżnej. Nie wykluczone są sezonowe naturalne wahania wysokości zwierciadła wód podziemnych.

Nie należy dopuścić do zalania wykopu fundamentowego wodą opadową. Zaleca się wykonanie wykopów bezpośrednio przed robotami związanymi z fundamentowaniem. Jeżeli jest to możliwe należy pozostawić ok. 0,3m warstwy gruntu, która zostanie zdjęta przed rozpoczęciem prac fundamentowych.

W razie potrzeb należy prowadzić roboty budowlane w obniżonym poziomie zwierciadła wód gruntowych. Przed przystąpieniem do robót należy opracować specjalistyczny projekt odwodnienia wykopu oraz monitoring sąsiedniej zabudowy i infrastruktury.

Nie przewiduje się negatywnego wpływu robót budowlanych na środowiska gruntowo - wodne.

#### **4.10. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu, niezbędnego do rozpoznania zagrożeń mogących wystąpić w trakcie robót budowlanych lub w ich wyniku oraz w czasie użytkowania obiektu budowlanego.**

Na etapie budowy obiektu należy potwierdzić/monitorować:

1. Określić przyjęte w opracowaniu założenia dotyczące obciążeń przekazywanych na podłoże gruntowe oraz dopuszczalne osiadania.
2. Sprawdzić zgodność warunków gruntowo – wodnych z wykonaną dokumentacją.
3. Roboty ziemne należy prowadzić pod nadzorem geotechnicznym a ostateczne decyzje potwierdzić wpisem do dziennika budowy.
4. Należy przeprowadzić analizę wpływu wykopu na sąsiednią zabudowę zgodnie z zaleceniami [P-26].
5. W przypadku zabezpieczenia wykopu ścianą oporową należy prowadzić monitoring przemieszczeń konstrukcji oporowej oraz obiektów znajdujących się w pobliżu wykopu.
6. W przypadku stosowania stałego obniżenia zwierciadła wody gruntowej na czas realizacji obiektu należy prowadzić monitoring zasięgu leja depresji oraz monitoring geodezyjny przemieszczeń obiektów oraz infrastruktury znajdującej się w pobliżu wykopów.
7. Nie zaleca się nasadzania drzew i krzewów w sąsiedztwie planowanego obiektu. System korzeniowy roślin może uszkodzić konstrukcje obiektu lub spowodować zmiany wilgotności w podłożu. Cykliczne pęcznienie i skurcz podłoża wywołane zmianami wilgotności może spowodować spękanie elementów konstrukcji lub nierównomierne osiadanie obiektów.
8. Stan zanieczyszczenia gruntu oraz wód gruntowych.
9. Roboty ziemne i geotechniczne realizować zgodnie z [P-26], [P-27], [P-28].

**mgr inż. Bartosz Szatanik**  
Uprawnienia do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno – budowlanej  
LBS/0059/PBkb/21

*Szatanik*