



FIRMA INŻYNIERSKA  
**STATYK®**  
KONSTRUKCJE BUDOWLANE I INŻYNIERSKIE

40-035 KATOWICE ul. Plebiscytowa 10/7  
tel./fax +48 032 201 81 76;  
[www.statyk.pl](http://www.statyk.pl)  
NIP: 9542782239  
PKO BP II Oddział Katowice  
48 1020 2313 0000 3002 0575 3746

Temat:

**BUDOWA CENTRUM PRZESIADKOWEGO PRZY STACJI OPOLE GŁÓWNE  
PROJEKT GEOTECHNICZNY**

Inwestor:

**Miejski Zarząd Dróg w Opolu  
ul. Obrońców Stalingradu 66  
45-512 Opole**

Autor opracowania:

**mgr inż. PIOTR DZIDEK**  
upr. bud. nr SLK/2356/P00K/08

## SPIS TREŚCI.

<b>1. WSTĘP .....</b>	<b>3</b>
<b>2. OKREŚLENIE WARUNKÓW POSADOWIENIA .....</b>	<b>3</b>
2.1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie.....	3
2.2. Obliczeniowe parametry geotechniczne .....	3
2.3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych .....	4
2.4. Określenie oddziaływania gruntu .....	4
2.5. Model obliczeniowy podłoża gruntowego .....	4
2.6. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności .....	4
2.7. Ustalenie danych niezbędnych do projektowania fundamentów .....	10
Zabezpieczenie wykopu .....	14
2.8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych .....	14
2.9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom .....	15
2.10. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego i obiektów sąsiadujących.....	15

### ZAŁĄCZNIKI :

Z-1 ODPIS UPRAWNIEŃ , PRZYNALEŻNOŚĆ DO ŚIIB

## 1. Wstęp

Przedmiotem opracowania jest projekt geotechniczny dla budowy budynku centrum przesiadkowego zlokalizowanego w Opolu przy ul. 1 Maja. Celem opracowania jest dostarczenie niezbędnych informacji geotechnicznych do poprawnego zaprojektowania posadowienia oraz zabezpieczenia wykopu projektowanego obiektu.

Projekt geotechniczny został opracowany zgodnie z [R1] Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 nr 0, poz. 463) oraz normą, Eurokod 7 – PN-EN 1997-1:2008 – Projektowanie geotechniczne.

Przy wykonaniu projektu geotechnicznego wykorzystano materiały zawarte w:

- [OG1] opinii geotechnicznej - wstępnej ocenie warunków gruntowych opracowanej przez "Geoprojekt Śląsk" w maju 2017r
- [OG2] dokumentacji badań podłoża gruntowego opracowanej przez "zakład usług geologicznych s.c. GRUNT" w lipcu 2017r.

Zgodnie z rozporządzeniem [R1] oraz na podstawie informacji zawartych w dokumentacji badań podłoża [OG2] przyjęto dla projektowanego obiektu **II kategorię geotechniczną i proste warunki gruntowe**.

## 2. Określenie warunków posadowienia

### 2.1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie

Właściwości podłoża gruntowego nie zmieniają się w sposób znaczący podczas wykonywania inwestycji ani w trakcie eksploatacji.

### 2.2. Obliczeniowe parametry geotechniczne

Wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych przyjęto zgodnie z tabelą opracowaną w dokumentacji badań podłoża

OBJAŚNIENIA GEOLOGICZNE		PARAMETRY GEOTECHNICZNE wyprowadzone przez korelację z PN-81/B-03020																
		wartość charakterystyczna $x^k$																
		współczynnik materiałowy $\gamma^m$																
		wartość obliczeniowa $x^l$																
PROFIL STRATYGRAFICZNO - LITOLOGICZNY	OPIS LITOLOGICZNO -GENETYCZNO STRATYGRAFICZNY	Numer warstwy geotechnicznej	Symbol gruntu wg PN-86/B-02480	Symbol geologiczny konsolidacji gruntów	STAN GRUNTU		Wilgotność naturalna $w_n$	Gęstość objętościowa $\rho_0$	Spójność $c_u$	Kąt tarcia wewnętrznego $\phi_u$	EDOMETRYCZNY MODUL ŚCISŹLIWOŚCI		MODUL ODKŁ. OGÓLNEGO		Zawartość cz. organicznych $I_{om}$	Współczynnik filtracji $k$		
					Stopień zagęszczenia $I_e$	Stopień plastyczności $I_p$					pierwotny $M_u$	wtórny $M$	pierwotny $E_0$	wtórny $E$				
					%						$tm^{-3}$	kPa	kPa	kPa				
	Nawierzchnia asfaltowa		Asf															
	Beton		Bet															
Grundy antropogeniczne	Nasyt budowlany z piasku średniego	Ia	nB(Ps)		śzg													
	Nasyt niebudowlane z piasku, gruzu, żużla, kamieni, zwietrzliny gruzowej	Ib	nN(Ps,C,Gr,Zi,K, $K_{wsp}$ , $KW_{gr}$ )		ln, ln/śzg, zg													
	Nasyt niebudowlane z gliny, gliny pylastej i pylastej zwięzłej, namulów organicznych pylastych, zwietrzliny gliniastej i gruzowej, piasku, gruzu, żużla	Ic	nN(Gb,Gr,H)(Gnt), Gntz,Nm(Gnt), Nm(Gntz), $KW_{gr}$ , $KW_{gr}$ ,Ps,C,Zi)		pl, tpi													
KREDA GÓRNA	Zwietrzelnia gliniasta margla	IIa	$KW_{gr}$ , $KW_{gr}/KW_m$	B	0,00*	10,90*	2,15* 0,90 1,94*	40,00* 0,90 36,00*	22,00* 0,90 19,80*	65800*		50000*						
	Zwietrzelnia gruzowa margla	IIb	$KW_{gr}$ , $KW_{gr}/KW_{gr}$	bs							$R_c \leq 3000$ kPa							
	Zwietrzelnia gruzowa na pograniczu skały miękkiej, skała miękka - margiel	IIc	$KW_{gr}/SM_{gr}$ , $SM_{gr}$	bs							$R_c \leq 5000$ kPa							

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

Do obliczeń należy przyjąć następujące współczynniki bezpieczeństwa:

- dla parametrów geotechnicznych warstw gruntowych współczynniki materiałowe 0,9 lub 1,1 (w poszczególnych obliczeniach stosuje się bardziej niekorzystne wartości współczynnika).
- do obliczeń nośności podłoża współczynnik  $m = 0,9$

### 2.4. Określenie oddziaływania gruntu

Podstawowymi oddziaływaniami geotechnicznymi w przypadku budowy projektowanego obiektu są:

- obciążenia od ciężaru i parcia gruntu,
- obciążenia wywołane wykonaniem wykopu
- przemieszczenia podłoża wywołane osiadaniem.
- obciążenia stałe i przyłożone do budowli,
- obciążenia pojazdami

Do określenia oddziaływań należy użyć metod analitycznych, dotyczących obliczenia parcia i odporu gruntu oraz nośności podłoża. Powyższe oddziaływania należy uwzględnić przy projektowaniu ław i stóp fundamentowych oraz zabezpieczenia wykopu.

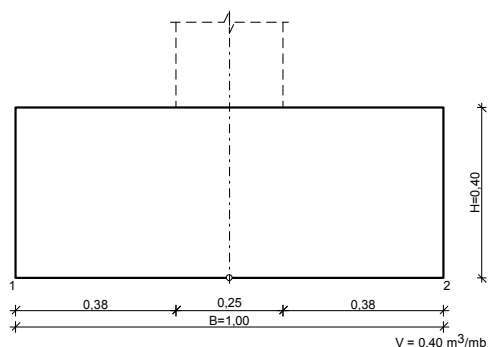
### 2.5. Model obliczeniowy podłoża gruntowego

Model obliczeniowy podłoża gruntowego przyjęto na podstawie materiałów zawartych w dokumentacji badań podłoża.

### 2.6. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności

Nośność oraz osiadania wyznaczono dla ławy fundamentowej o szerokości 1,0m i stopy 3,2x3,2m.

**Fundament-ława**



### GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **ława prostokątna**

$B = 1,00$  m     $H = 0,40$  m

$B_s = 0,25$  m     $e_s = 0,00$  m

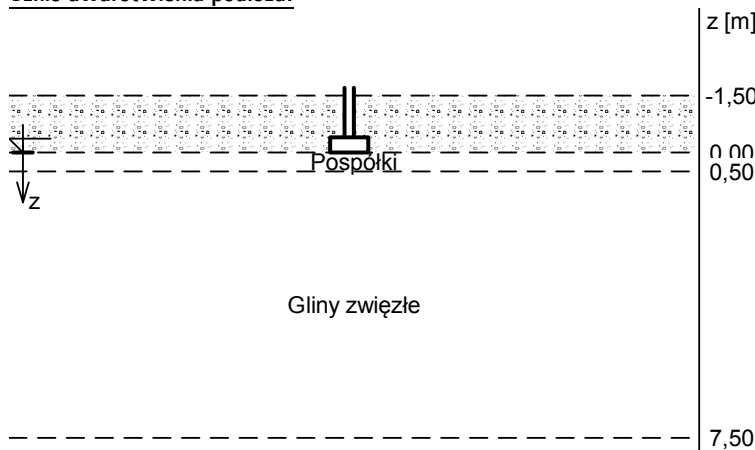
Posadowienie fundamentu:

$D = 1,50$  m     $D_{min} = 1,50$  m

Brak wody gruntowej w zasypce

## OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

N	nazwa gruntu	h [m]	nawodnio- na	$\rho_s^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(n)}$ [°]	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$M_0$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Pospółki	0,50	nie	1,85	0,90	1,10	35,91	0,00	196083	196083
2	Gliny zwięzłe	7,00	nie	2,10	0,90	1,10	19,80	36,00	65768	87669

Napężenie dopuszczalne dla podłoża  $\sigma_{dop}$  [kPa] = 500,0 kPa

## OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N	typ obc.	N [kN/m]	$T_B$ [kN/m]	$M_B$ [kNm/m]	e [kPa]	$\Delta e$ [kPa/m]
1	długotrwałe	356,00	0,00	0,00	36,00	0,00

## DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m<sup>3</sup>

Współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,20$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B37** (C30/37)  $\rightarrow f_{cd} = 20,00$  MPa,  $f_{ctd} = 1,33$  MPa,  $E_{cm} = 32,0$  GPa

Ciężar objętościowy  $\rho = 24,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16$  mm

Współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500W**)  $\rightarrow f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B  $\phi_B = 12$  mm

Maksymalny rozstaw prętów  $\phi_L = 20,0$  cm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu  $c_{nom} = 50$  mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach  $c_{nom,b} = 25$  mm

## ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia:  $0,50$

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ( $\lambda = 1,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych  $N$  do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

## WYNIKI-PROJEKTOWANIE

### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie:  $z = 0,50$  m

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fN} = 812,7$  kN/mb

$N_r = 398,0$  kN/mb  $< m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 812,7$  kN/mb =  $658,3$  kN/mb (60,5%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie:  $z = 0,5$  m

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 160,1$  kN/mb

$T_r = 14,4$  kN/mb  $< m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 160,1$  kN/mb =  $115,3$  kN/mb (12,5%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Napężenie maksymalne  $\sigma_{max} = 403,6$  kPa

$\sigma_{max} = 403,6$  kPa  $< \sigma_{dop} = 500,0$  kPa (80,7%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oB,2} = 2,88$  kNm/mb, moment utrzymujący  $M_{uB,2} = 189,75$  kNm/mb

$M_o = 2,88$  kNm/mb  $< m \cdot M_u = 0,72 \cdot 189,7$  kNm/mb =  $136,6$  kNm/mb (2,1%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,60$  cm, wtórne  $s'' = 0,05$  cm, całkowite  $s = 0,64$  cm

$s = 0,64$  cm  $< s_{dop} = 5,00$  cm (12,9%)

Napężenia:

Nr	typ	$\sigma_1$ [kPa]	$\sigma_2$ [kPa]	C [m]	C/C'	
1	D	369,1	403,6	--	--	

**Nośność pionowa podłoża:**

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najbliższej				
Nr	N [kN/mb]	Q <sub>in</sub> [kN/mb]	m <sub>N</sub>	[%]	z [m]	N [kN/mb]	Q <sub>in</sub> [kN/mb]	m <sub>N</sub>	[%]
1	386,4	1202,3	0,32	39,7	0,50	398,0	812,7	0,49	60,5

**Nośność pozioma podłoża:**

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najbliższej					
Nr	N [kN/mb]	T [kN/mb]	Q <sub>tr</sub> [kN/mb]	m <sub>T</sub>	[%]	z [m]	N [kN/mb]	T [kN/mb]	Q <sub>tr</sub> [kN/mb]	m <sub>T</sub>	[%]
1	379,5	14,4	189,7	0,08	10,5	0,50	389,0	14,4	160,1	0,09	12,5

**OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002**

**Nośność na przebicie:**

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Siła przebijająca  $N_{Sd} = (g + q)_{max} \cdot A = 12,5 \text{ kN/mb}$

Nośność na przebicie  $N_{Rd} = f_{ctd} \cdot b_m \cdot d = 458,7 \text{ kN/mb}$

$N_{Sd} = 12,5 \text{ kN/mb} < N_{Rd} = 458,7 \text{ kN/mb} \text{ (2,7\%)}$

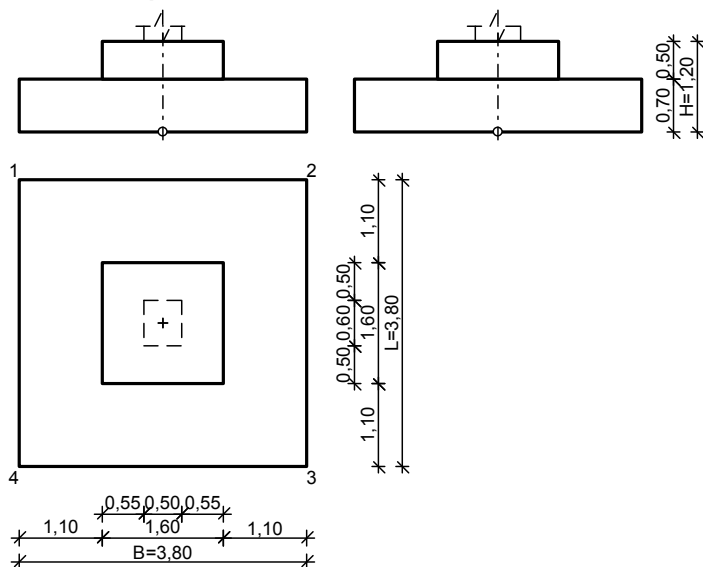
**Wymiarowanie zbrojenia:**

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne (zbrojenie minimalne)  $A_s = 2,64 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Przyjęto konstrukcyjnie  $\phi 12 \text{ mm co } 20,0 \text{ cm}$  o  $A_s = 5,65 \text{ cm}^2/\text{mb}$

**Fundament-stopa**



$V = 11,39 \text{ m}^3$

**GEOMETRIA FUNDAMENTU**

**Wymiary fundamentu :**

Typ: **stopa schodkowa**

$B = 3,80 \text{ m}$     $L = 3,80 \text{ m}$     $H = 1,20 \text{ m}$     $w = 0,70 \text{ m}$

$B_g = 1,60 \text{ m}$     $L_g = 1,60 \text{ m}$     $B_t = 1,10 \text{ m}$     $L_t = 1,10 \text{ m}$

$B_s = 0,50 \text{ m}$     $L_s = 0,60 \text{ m}$     $e_B = 0,00 \text{ m}$     $e_L = 0,00 \text{ m}$

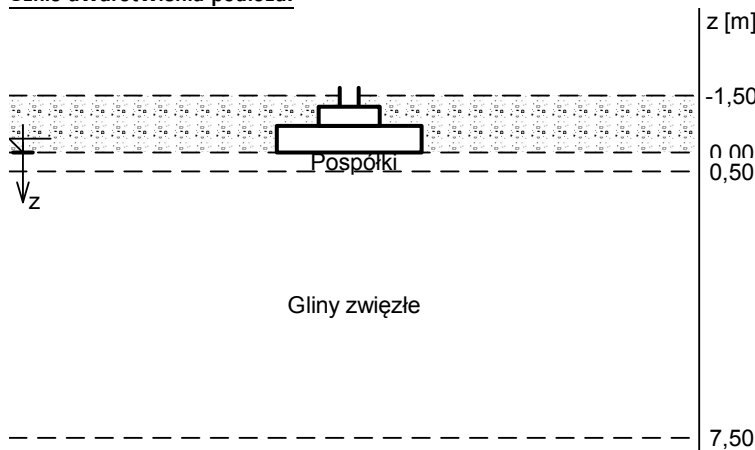
**Posadowienie fundamentu:**

$D = 1,50 \text{ m}$     $D_{min} = 1,50 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

## OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

N r	nazwa gruntu	h [m]	nawodnio- na	$\rho_{0(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_a^{(i)}$ [°]	$c_u^{(i)}$ [kPa]	$M_0$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Pospółki	0,50	nie	1,85	0,90	1,10	35,91	0,00	196083	196083
2	Gliny zwięzłe	7,00	nie	2,10	0,90	1,10	19,80	36,00	65768	87669

Napężenie dopuszczalne dla podłoża  $\sigma_{dop}$  [kPa] = 500,0 kPa

## OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	N [kN]	$T_B$ [kN]	$M_B$ [kNm]	$T_L$ [kN]	$M_L$ [kNm]	$e$ [kPa]	$\Delta e$ [kPa/m]
1	całkowite	5700,00	70,00	508,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m<sup>3</sup>

Współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,20$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B37 (C30/37)** →  $f_{cd} = 20,00$  MPa,  $f_{ctd} = 1,33$  MPa,  $E_{cm} = 32,0$  GPa

Ciężar objętościowy  $\rho = 24,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16$  mm

Współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: **A-IIIN (RB500W)** →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B  $\phi_B = 20$  mm

Średnica prętów wzdłuż boku L  $\phi_L = 20$  mm

Maksymalny rozstaw prętów  $\phi_L = 20,0$  cm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu  $c_{nom} = 50$  mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach  $c_{nom,b} = 25$  mm

## ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:



- dla nośności pionowej  $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża:  $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności: - przy sprawdzaniu przesunięcia:  $0,50$

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ( $\lambda = 1,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych  $N$  do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

## WYNIKI-PROJEKTOWANIE

### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

#### Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie:  $z = 0,50$  m

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fN} = 18907,9$  kN

$N_r = 6402,1$  kN  $< m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 18907,9$  kN =  $15315,4$  kN (41,8%)

#### Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie:  $z = 0,5$  m

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 2522,2$  kN

$T_r = 70,0$  kN  $< m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 2522,2$  kN =  $1816,0$  kN (3,9%)

#### Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Napężenie maksymalne  $\sigma_{max} = 497,2$  kPa

$\sigma_{max} = 497,2$  kPa  $< \sigma_{dop} = 500,0$  kPa (99,4%)

#### Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oB,2-3} = 592,00$  kNm, moment utrzymujący  $M_{uB,2-3} = 11645,59$  kNm

$M_o = 592,00$  kNm  $< m \cdot M_u = 0,72 \cdot 11645,6$  kNm =  $8384,8$  kNm (7,1%)

#### Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 1,17$  cm, wtórne  $s'' = 0,08$  cm, całkowite  $s = 1,26$  cm

$s = 1,26$  cm  $< s_{dop} = 5,00$  cm (25,1%)

#### Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta  $A = 1,57$  m<sup>2</sup>

Siła przebijająca  $N_{Sd} = (g + q)_{max} \cdot A = 778,2$  kN

Nośność na przebicie  $N_{Rd} = 1873,2$  kN

$N_{Sd} = 778,2$  kN  $< N_{Rd} = 1873,2$  kN (41,5%)

#### Wymiarowanie zbrojenia:

##### Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 65,81$  cm<sup>2</sup>

Przyjęto **21 prętów  $\phi 20$  mm** o  $A_s = 65,97$  cm<sup>2</sup>

##### Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 63,17$  cm<sup>2</sup>

Przyjęto **21 prętów  $\phi 20$  mm** o  $A_s = 65,97$  cm<sup>2</sup>

## 2.7. Ustalenie danych niezbędnych do projektowania fundamentów

Dane niezbędne do projektowania obiektów pod względem geotechnicznym (warunki gruntowo-wodne przedmiotowego terenu) zawarto w dokumentacji badań podłoża [OG2]. Zgodnie z Rozporządzeniem [R1] Ministra Transportu, budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z dnia 27 kwietnia 2012r.) oraz informacji zawartych w opracowaniu [OG2], przyjęto dla projektowanego obiektu **II kategorię geotechniczną w prostych warunkach gruntowych**.

### Warunki wodne [wg OG2]

#### Warunki wodne

W podłożu terenu badań występuje pierwszy poziom wodonośny w marglach. Są to wody typu szczelinowego, które krążą w skałach systemem spękań i szczelin, nie zawsze są rejestrowane podczas wierceń. Ze względu na litologiczną zmienność skał w profilu turonu szczeliny mają ograniczony zasięg, utrudniający swobodne krążenie wody w skałach. Silniejsze zawodnienie margli wiąże się ze strefami nieciągłości i wzrasta w kierunku Odry. Wydatki jednostkowe w nielicznych studniach założonych w marglach są niewielkie, w granicach 0,5 - 3,5 m<sup>3</sup>/h. Współczynniki filtracji są również niskie, dla margli przyjmowane w wysokości  $k = 4,9 \times 10^{-6}$  m/s. Z uwagi na zróżnicowaną przepuszczalność margli związaną z systemem spękań, wody te pojawiają się w szerokoprze-strzennych wykopach fundamentowych w kilka dni po ich wykopaniu, po odsłonięciu „wodonośnych” szczelin.

Na obszarze badań rozpoznany do głębokości 8,0 m ppt. w otworach nr 1-3, 8-12, 17 i 19 stwierdzono wodę gruntową w zwietrzelinach margli o zwierciadle swobodnym lub lekko napiętym, stabilizującym się podczas prowadzenia prac na głębokości 3,10 - 4,30 m ppt. odpowiadającej rzędnej 153,20 - 153,80 m npm. Ponadto w pozostałych otworach, w obrębie zwietrzelin i na stropie skały zaobserwowano wodę gruntową występującą w formie sączek o różnej intensywności na głębokościach 1,50 - 4,20 m ppt.

Poziom wodonośny w marglach zasilany jest z opadów atmosferycznych poprzez warstwy zwietrzelin. Nachylenie zwierciadła wody zgodnie z naturalnym spadkiem powierzchni oraz nachyleniem kompleksu skał następuje na zachód, w kierunku doliny rzeki Odry. Ze względu na niskie wydajności i podatność na zanieczyszczenia, wody w marglach nie stanowią poziomu użytkowego.

Przy posadowieniu na głębokości ok. 2,0 m ppt. nie ma konieczności odwadniania wykopu fundamentowego.

### Charakterystyka geotechniczna podłoża [wg OG2]

Występujące w podłożu grunty podzielono na warstwy geotechniczne zróżnicowane pod względem wieku, genezy i właściwości geotechnicznych.

**warstwa Ia** - grunty antropogeniczne - nasypy budowlane podbudowy z piasku średniego stwierdzone w otworach nr 1-3 i 7-10 poniżej nawierzchni asfaltowej i betonu o łącznej grubości 0,30 - 0,50 m oraz w otworach nr 13-18 i 20 poniżej betonowych płyt chodnikowych o grubości 0,10 m. Nasyp występuje w przedziale głębokości od 0,10 - 0,40 do 0,50 - 0,80 m ppt. i osiąga miąższość 0,25 - 0,60 m. Lokalnie w nasypie występuje gruz ceglany (otwór nr 17), w otworze nr 14 wliczono warstwę kamienistą o grubości 0,20 m. Nasyp piaszczysty podbudowy jest w stanie technicznym średniozagęszczonym.

**warstwa Ib** - grunty antropogeniczne - nasypy niebudowlane z piasku średniego, gruzu ceglano-betonowego, żużla, kamieni, kamieni wapiennych i zwietrzliny gruzowej wapienia stwierdzone w otworach nr 3-5, 12 i 19 w przedziale głębokości od 0,10 - 0,60 do 1,00 - 2,20 m ppt., gdzie tworzą nasyp miąższości 0,50 - 1,60 m. W otworze nr 5 w obrębie nasypu przewiercono betony o grubości 0,20 i 0,40 m na głębokościach odpowiednio 0,80 i 1,50 m ppt. Stan techniczny nasypów luźny do średniozagęszczonego, w otworze nr 5 zagęszczony.

**warstwa Ic** - grunty antropogeniczne - nasypy niebudowlane z gleby; gliny pylastej, pylastej próchniczej, pylastej zwięzłej; namułu organicznego pylastego i pylastego zwięzłego; zwietrzliny gliniastej i gruzowej margla; piasku; gruzu ceglano-betonowego i żużla, stwierdzone w otworach nr 1-2, 7-11 i 13-20 w przedziale głębokości od 0,50 - 1,00 do

1,30 - 2,20 m ppt., gdzie tworzą nasyp miąższości 0,70 - 1,30 m. Stan techniczny nasypów plastyczny i twardo-plastyczny.

**warstwa IIa** - zwietrzelina gliniasta margla oraz zwietrzelina gliniasta przewarstwiona zwietrzeliną gruzową margla, stwierdzona we wszystkich otworach bezpośrednio poniżej gruntów nasypowych w przedziale głębokości od 1,30 - 2,60 do 3,00 - 3,80 m ppt., tworzy warstwę o miąższości 1,20 - 2,00 m. Stan techniczny gliny w zwietrzelinie półzwały o przyjętym stopniu plastyczności  $IL = 0,00$  i symbolu konsolidacji gruntów B.

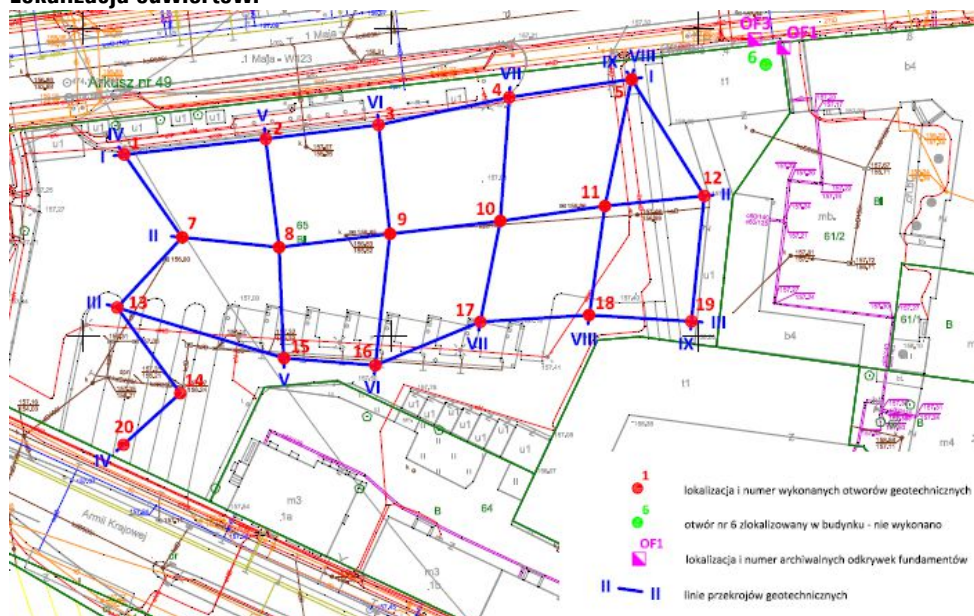
**warstwa IIb** - bardzo spękana zwietrzelina gruzowa margla, miejscami przewarstwiona zwietrzeliną gliniastą margla, stwierdzona w otworach nr 10-12 w przedziale głębokości od 3,00 - 3,80 do 4,00 - 5,00 m ppt., tworzy warstwę o miąższości 0,80 - 1,50 m. Jako parametr charakteryzujący warstwę przyjęto wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie  $R_c 3000$  kPa.

**warstwa IIc** - bardzo spękana skała miękka - margiel stwierdzona w profilach wykonanych otworów poniżej głębokości 3,10 - 5,00 m ppt. i nie przewiercona do głębokości rozpoznania, tj. do 8,0 m ppt. Jako parametr charakteryzujący warstwę przyjęto wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie  $R_c 5000$  kPa.

#### Wnioski i zalecenia [wg OG2]

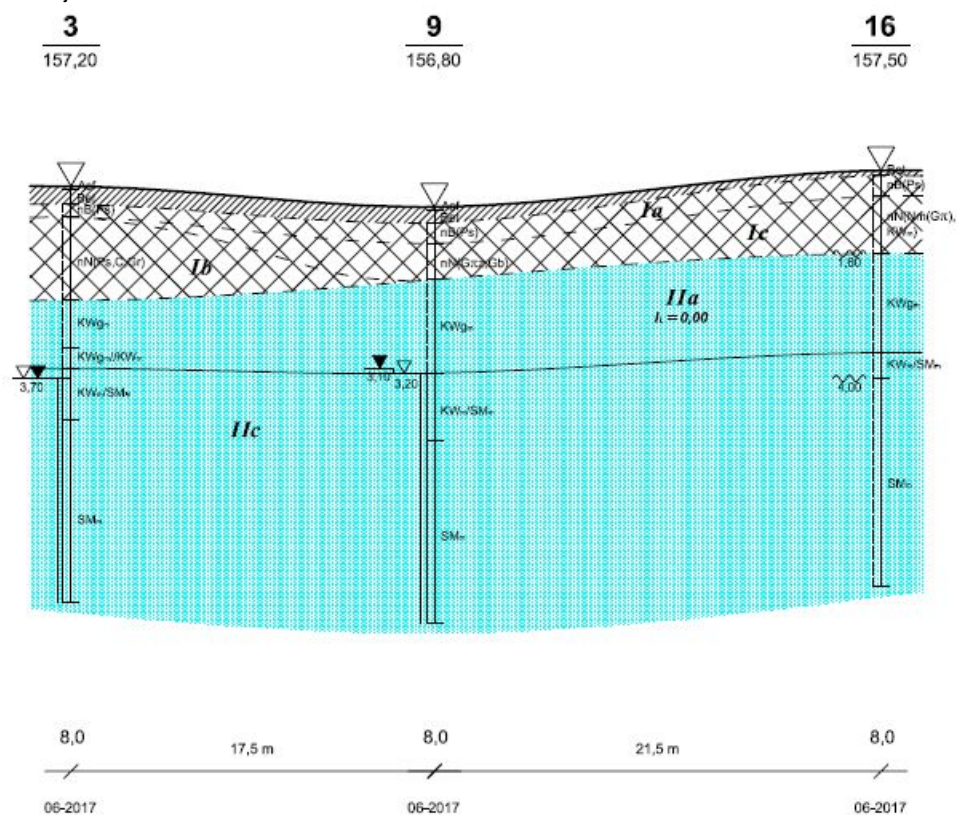
1. Przypowierzchniowa strefa podłoża przeznaczonego pod budowę centrum przesiadkowego zbudowana jest z gruntów nasypowych (Ia - Ic) sięgających w miejscach wierceń do głębokości 1,30 - 2,20 m ppt. Nasypy stanowią nienoisne podłoże budowlane, nie nadające się do bezpośredniego posadowienia fundamentów obiektu.
2. Poniżej zalegają grunty rodzime skaliste - margle (IIc) w partiach stropowych zwietrzałe do głębokości 3,1 - 5,0 m ppt., w postaci zwietrzelin gliniastych w stanie półzwałym o  $IL = 0,00$  (Ia), miejscami zwietrzelin typu gruzowego (IIb).
3. W poziomie posadowienia tj. na głębokości 2,0 m ppt. generalnie występują zwietrzeliny gliniaste warstwy Ia. Są to grunty nośne nadające się do bezpośredniego posadowienia fundamentów obiektu. Lokalnie, w miejscach starej zabudowy i instalacji podziemnych występować będą grunty nasypowe, które należy usunąć i wymienić na chudy beton lub kruszywo budowlane zagęszczone do  $ID \geq 0,70$ .
4. Głębokość strefy przemarzania dla rejonu miasta Opole wynosi  $h_z = 1,00$  m ppt.
5. Parametry geotechniczne dla gruntów rodzimych, wyprowadzone z badań terenowych, laboratoryjnych i przez korelację z PN-81/B-03020 zestawiono w tabeli załącznika nr 04.
6. W podłożu działki występuje poziom wodonośny w marglach. Są to wody typu szczelinowego, które krążą w skałach systemem spękań i szczelin. Podczas prowadzenia prac wody te stabilizowały się w wykonanych otworach na głębokościach 3,10 - 4,30 m ppt. odpowiadających rzędnym 153,20 - 153,80 m npm. Przy posadowieniu na głębokości 2,0 m ppt. nie ma konieczności odwadniania wykopu fundamentowego.
7. Odbiór podłoża gruntowego pod fundamenty powinien być wykonywany pod nadzorem geotechnicznym.
8. Zgodnie z KNR nr 2-01 w podłożu występują grunty nasypowe II - IV kategorii urabialności, a głębiej grunty rodzime kategorii IV—VI.
9. Podczas prowadzenia prac nie natrafiono na pustki lub stare piwnice, które mogły by być związane z historyczną zabudową placu. Wiercenia jednak są punktowym sposobem rozpoznania podłoża w związku z czym nie można wykluczyć jednoznacznie istnienia pustek czy piwnic w miejscach nieobjętych rozpoznaniem. Ponadto podczas prowadzenia robót ziemnych można spodziewać się pozostałości dawnych fundamentów, jak w miejscu wiercenia otworu nr 12.

### Lokalizacja odwiertów:



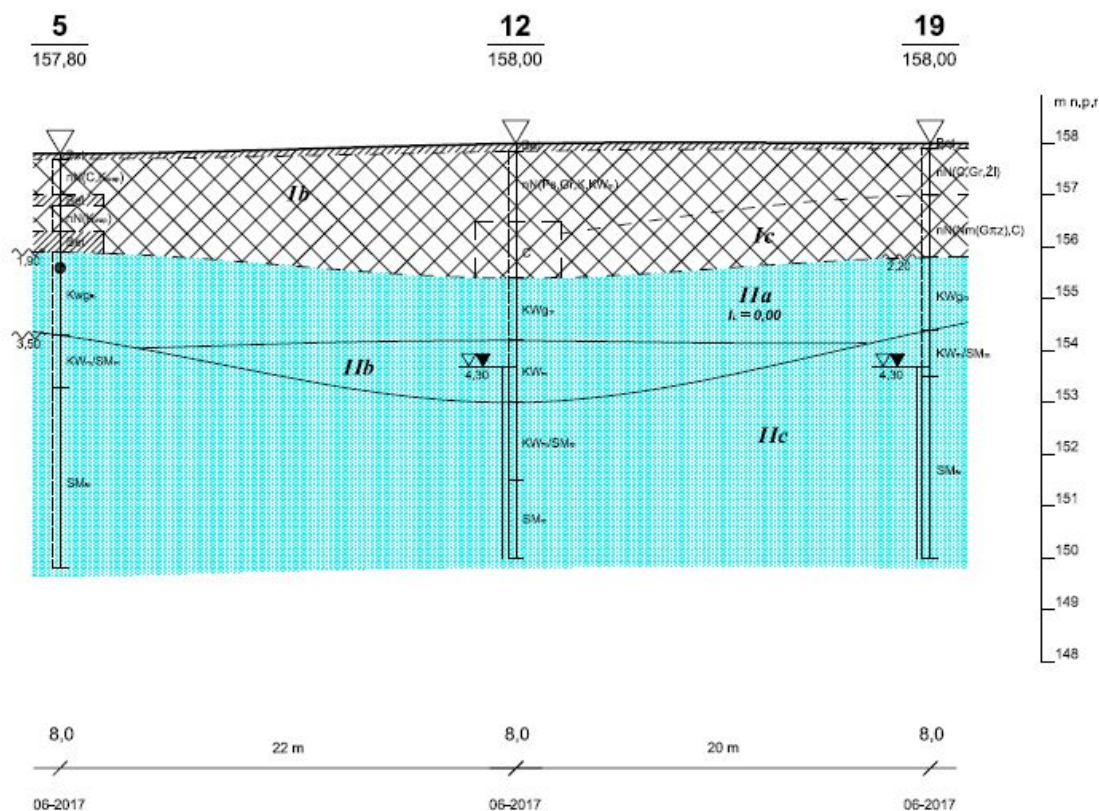
### Przykładowe przekroje geotechniczne:

Przekrój VI-VI





przekrój IX-IX



## Posadowienie

Przekroje obliczeniowe należy wybrać w taki sposób, aby uwzględniały najbardziej niekorzystne warunki gruntowe.

Wynikiem obliczeń powinno być uzyskanie następujących danych:

- sił w elementach konstrukcyjnych (ławy i stopy fundamentowe)
- osiadań podłoża
- różnicy osiadań w poszczególnych strefach obliczeniowych

W obliczeniach należy uwzględnić wszystkie oddziaływania stałe i zmienne.

Zaprojektowano posadowienie bezpośrednie na stopach i ławach fundamentowych tworzących ze ścianami fundamentowymi ruszt fundamentowy. Fundamenty przyjęto żelbetowe, monolityczne z betonu C30/37. Wymiary fundamentów zależnie od obciążeń 480x480x120cm÷220x220x120cm dla stóp i 10x40cm÷40x30cm dla ław pokazano w części rysunkowej opracowania. Ściany fundamentowe murowane z bloczków betonowych oraz żelbetowe gr 25cm. w poziomie „0” usztywnione wieńcem. Na podstawie analizy gruntów występujących w podłożu projektowanej inwestycji do wyznaczenia szerokości ław przyjęto nośność podłoża  $q_{dop} = 500 \text{ kPa}$ . Po wykonaniu wykopu nośność podłoża powinna być potwierdzona przez uprawnionego geologa. W przypadku stwierdzenia, że nośność podłoża jest mniejsza od przyjętej w projekcie należy powiadomić projektanta w celu wprowadzenia korekty wymiarów fundamentów.

Poziom posadowienia obiektu min. 1,10m poniżej poziomu terenu (terenu projektowanego).

W strefie styku z budynkami istniejącymi różnice w poziomach posadowienia zniwelować betonem podkładowym. Na styku z budynkiem "1" (podpiwniczonym) w osi 12 należy wykonać podbicie betonem podkładowym budynku projektowanego do poziomu posadowienia budynku istniejącego. Natomiast na styku z budynkiem "2" i

"3" (niepodpiwniczonymi), wzdłuż osi Y11 oraz E posadowienie wykonane będzie w poziomie odpowiadającym budynkom istniejącym. Niemniej ze względu na poziom posadowienia budynków istniejących ~ 1,1m i głębokość zalegania nasypów niebudowlanych, może zaistnieć konieczność wybrania nasypów pod fundamenty budynku projektowanego poniżej poziomu posadowienia budynków istniejących. W takim przypadku wymianę nasypów niebudowlanych na beton podkładowy należy prowadzić wzdłuż ścian budynków "2" i "3" odcinkami dł. ok. 1-1,5m po uprzednim rozparciu ścian budynku zastrzałami.

Ze względu na występujące na przedmiotowym terenie nasypy niebudowlane należy pod obiektem (zarówno pod ławami, stopami fundamentowymi jak i pod płytą posadzkową) wykonać wymianę gruntu. Nasypy oraz glebę pod nasypami należy usunąć do poziomu występowania gruntów rodzimych. Podbudowę piaskowo-żwirową (pod fundamentami stabilizowaną cementem) należy zagęszczać mechanicznie warstwami grubości około 30cm do uzyskania wymaganego stopnia zagęszczenia pod fundamentem  $I_s > 0,98$  ( $ID > 0,70$ ) oraz 0,55 pod płytą posadzkową w obrębie pomieszczeń. Parametry przygotowania podłoża pod płytą jezdnią wg projektu drogowego. Uzyskane parametry zagęszczenia podłoża należy sprawdzić w terenie np. za pomocą płyty VSS i potwierdzić odpowiednim wpisem geotechnika do dziennika budowy. Mogące wystąpić w poziomie posadowienia nasypy niekontrolowane, soczewki gruntów nienośnych, stare fundamenty oraz elementy instalacji podziemnych itp. należy usunąć do poziomu występowania gruntów rodzimych i wykonać poduszkę piaskowo-żwirową- zgodnie z zasadami podanymi powyżej.

Podczas prowadzenia prac ziemnych nie można dopuścić do zalewania wykopów wodą opadową lub gruntową. - należy zaprojektować i starannie wykonać odwodnienie wykopów.

W poziomie parteru w pomieszczeniach zaprojektowano płytę posadзки grubości 24cm (beton C20/25) wykonaną na warstwie „chudego betonu gr. 10cm i podsypce piaskowo-żwirowej o stopniu zagęszczenia  $ID > 0,55$ . Szczegółowe rozmieszczenie dylatacji w posadzce należy przewidzieć na etapie projektu wykonawczego. Elementy żelbetowe stykające się z gruntem izolować 2 x lepikiem na zimno. (np. 2 x izoplast). Izolacja pozioma pod stopami, ławami oraz płytą posadzkową - bitumiczna.

Schemat konstrukcji fundamentów pokazano w części rysunkowej opracowania  
Beton C30/37. Stal zbrojeniowa klasy A-IIIIN (B500SP *epsta*).

### **Zabezpieczenie wykopu**

Ze względu na brak podpiwniczenia projektowany budynek, zlokalizowany w bezpośrednim sąsiedztwie obiektów istniejących, realizowany będzie w wykopie szerokoprzestrzennym. Projektowany budynek jest zlokalizowany w bezpośrednim sąsiedztwie obiektów istniejących. Nie przewiduje się wykonywania głębokich wykopów w sąsiedztwie istniejącej zabudowy, stąd brak jest istotnych wpływów, jednak odkopanie ścian fundamentowych budynku istniejącego powinno się wykonywać odcinkami lub zabezpieczyć ścianę budynków istniejących przed wypieraniem gruntu spod fundamentu. W strefie styku z budynkami istniejącymi różnice w poziomach posadowienia zniwelować betonem podkładowym. Przed wykonaniem robót należy przeprowadzić szczegółową inwentaryzację sieci. Uzyskane informacje należy uwzględnić w projektach wykonawczych i technologicznych instalacji.

### **2.8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych**

Należy przeprowadzić następujące badania niezbędne do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych:

- prace ziemne prowadzić pod nadzorem geotechnicznym;
- odbiór geotechniczny podłoża w dnie wykopów (potwierdzenie parametrów gruntu uzyskanych podczas badań geotechnicznych) oraz stopnia zagęszczenia poduszki piaskowo-żwirowej;

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

Opis warunków wodnych podano w pkt.2.7. posadowienie budynku realizowane jest powyżej poziomu wód gruntowych. Dla wszystkich fundamentów oraz ścian fundamentowych należy zastosować hydroizolacje.

## **2.10. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego i obiektów sąsiadujących**

Przed rozpoczęciem robót należy przygotować szczegółowy projekt monitorowania budynku projektowanego oraz obiektów sąsiednich

Monitoring obejmować powinien :

- Pomiary geodezyjne
- Rozwartość istniejących rys i pęknięć w elementach.
- Uszkodzenia elementów wykończeniowych.
- Stan instalacji.
- Monitoring dynamiczny prowadzony w trakcie realizacji prac powodujących drgania.

Monitoring oddziaływania robót inżynierskich powinien być prowadzony systematycznie z następującą częstotliwością:

- przed wykonaniem robót
- zawsze po wykonaniu prac powodujących drgania
- po wykonaniu wykopu
- po wykonaniu fundamentów
- po wykonaniu każdej kondygnacji
- po wykonaniu prac wykończeniowych
- kontrolnie rok po wykonaniu budynku
- po każdym wznowieniu przerwanych prac i nie rzadziej niż co 1 miesiąc

**Opracował:**

**mgr inż. Piotr Dzidek**

.....

Katowice, październik 2017r.