

**PROJEKT BUDOWLANY I WYKONAWCZY  
FUNDAMENTÓW POD TRAKCJĘ TRAMWAJOWĄ  
DLA ZADANIA: Przebudowa torowiska wraz z siecią  
trakcyjną w ciągu ul. Mickiewicza od mostu  
Akademickiego do skrzyżowania z ul. Brzozowskiego  
(wraz z przejazdem)**

Obiekt: Fundamenty pod maszty trakcji  
o naciagu 12kN, 15kN, 20kN oraz 25kN

Zamawiający: ŻAK TOMASZ WPT PROJEKT ul. Marszałka Focha 1/13,  
32-500 Chrzanów

Projektant	Numer uprawnień oraz specjalność,	Podpis
mgr inż. <b>Bartosz MRÓWKA</b>	upr. bud. do projektowania bez ograniczeń w spec. konstrukcyjno-budowlanej nr MAP/0043/POOK/07	<b>mgr inż. Bartosz Mrówka</b> Uprawnienia budowlane do projektowania kierowania i nadzoru nad robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr MAP/0043/POOK/07, Nr MAP/0226/POWOK/08

Sprawdzający	Numer uprawnień oraz specjalność,	Podpis
mgr inż. <b>Jan JASICA</b>	upr. bud. do projektowania bez ograniczeń w spec. konstrukcyjno-budowlanej nr MAP/0269/POOK/08	<b>mgr inż. Jan Jasica</b> Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej Nr MAP/0269/POOK/08

**Spis zawartości projektu:**

- część opisowa do projektu
- część obliczeniowa do projektu
- część rysunkowa do projektu

---

Czerwiec 2017

# SPIS TREŚCI

## OŚWIADCZENIE ORAZ ZAŚWIADCZENIA

<b>I. DECYZJE I ZAŚWIADCZENIA .....</b>	<b>3</b>
<b>II.CZĘŚĆ OPISOWA .....</b>	<b>8</b>
1. PODSTAWY OPRACOWANIA.....	9
2. OPIS OBIEKTU .....	9
2.1. WARUNKI GRUNTOWO- WODNE .....	9
3. SPOSÓB WYKONANIA POSADOWIENIA POŚREDNIEGO FUNDAMENTU. ....	21
4. MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE. ....	24
5. LITERATURA .....	24
<b>III.CZĘŚĆ OBLICZENIOWA.....</b>	<b>25</b>
III/1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ.....	26
III/2. OBLICZENIA FUNDAMENTÓW .....	28
A1. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE PAŁA FUNDAMENTOWEGO POD SŁUP O NACIĄGU 12kN.....	29
A3. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE PAŁA FUNDAMENTOWEGO POD SŁUP O NACIĄGU 15kN.....	33
A4. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE PAŁA FUNDAMENTOWEGO POD SŁUP O NACIĄGU 20kN.....	38
A5. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE PAŁA FUNDAMENTOWEGO POD SŁUP O NACIĄGU 25kN.....	43
<b>IV.CZĘŚĆ RYSUNKOWA.....</b>	<b>49</b>

**K-001 – FUNDAMENTY POD SŁUPY TRAKCJI TRAMWAJOWEJ – szalunek**

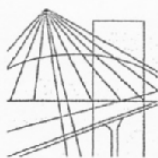
**K-002 – ZBROJENIE PAŁI FUNDAMENTOWYCH DLA SŁUPÓW O NACIĄGU 12kN**

**K-003 – ZBROJENIE PAŁI FUNDAMENTOWYCH DLA SŁUPÓW O NACIĄGU 15kN**

**K-004 – ZBROJENIE PAŁI FUNDAMENTOWYCH DLA SŁUPÓW O NACIĄGU 20kN**

**K-005 – ZBROJENIE PAŁI FUNDAMENTOWYCH DLA SŁUPÓW O NACIĄGU 25kN**

## ***I. DECYZJE I ZAŚWIADCZENIA***



MAP OIIB/KK/0054-0045/07

## DECYZJA

Na podstawie art.24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, z późn. zm.), art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 oraz art. 13 ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r. Nr 156 poz. 1118 z późn. zm.), § 11 ust 1 pkt 1, § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.).

### Małopolska Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna stwierdza, że

Pan mgr inż. **Bartosz Piotr Mrówka**  
urodzony dnia 12.02.1980 r. w Krynicy  
uzyskał

### UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0043/POOK/07

do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej.

### UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, stwierdziła, że Pan Bartosz Mrówka posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w wyżej wymienionej specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane. Szczegółowy zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

### POUCZENIE

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej  
dr inż. Stanisław Karczmarczyk
2. Członek Składu Orzekającego  
mgr inż. arch. Elżbieta Gabrys
3. Członek Składu Orzekającego  
dr inż. Marian Plachecki



Otrzymują:

1. Pan Bartosz Mrówka  
ul. 3-go Maja 19A  
33-350 Piwniczna-Zdrój
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a

*Za zgodności z oryginałem*

**mgr inż. Bartosz Mrówka**  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
kierowania i nadzoru nad robotami budowlanymi  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej  
Nr MAP/0043/POOK/07, Nr MAP/0226/OWOK/08



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-4U4-WXH-CPA \*

Pan Bartosz Mrówka o numerze ewidencyjnym MAP/BO/0535/07

adres zamieszkania ul. 3 Maja 19a, 33-350 Piwniczna Zdrój

jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2017-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2016-08-01 roku przez:

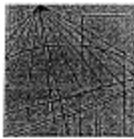
Stanisław Karczmarczyk, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



**mgr inż. Bartosz Mrówka**  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
kierowania i nadzorowania robót budowlanych  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej  
Nr MAP/0043/POC/07, Nr MAP/0226/OWOK/08



MAŁOPOLSKA  
OKRĘGOWA  
IZBA  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

Kraków, dnia 22 grudnia 2008 r.

MAP OIIB/KK/0054-0084/08

## DECYZJA

Na podstawie art.24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, z późn. zm.), art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 oraz art. 13 ust. 2 - 4, art. 14 ust. 1 pkt 2, art. 14 ust. 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r. Nr 156 poz. 1118 z późn. zm.), § 11 ust 1 pkt 1, § 15 i § 17 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578 z późn. zm.) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.).

### Małopolska Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna stwierdza, że

Pan mgr inż. **Jan Jasica**  
urodzony dnia 29.04.1980 r. w Limanowej  
uzyskał

### UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0269/POOK/08

do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej.

### UZASADNIENIE


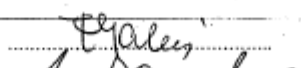

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, stwierdziła, że Pan Jan Jasica posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w wyżej wymienionej specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane. Szczegółowy zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

### POUCZENIE

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej  
dr inż. Stanisław Karczmarczyk
2. Członek Składu Orzekającego  
mgr inż. arch. Elżbieta Gabryś
3. Członek Składu Orzekającego  
dr inż. Marian Płachecki



### Otrzymują:

1. Pan Jan Jasica  
ul. Kościuszki 121A  
34-600 Limanowa
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a

**mgr inż. Jan Jasica**  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej  
Nr MAP/0269/POOK/08





### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-84G-XYE-TJJ \*

Pan Jan Jasica o numerze ewidencyjnym MAP/BO/0053/09

adres zamieszkania ul. Kościuszki 121a, 34-600 Limanowa

jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2018-02-28.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2017-01-25 roku przez:

Stanisław Karczmarczyk, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pośrednictwem Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piiib.org.pl](http://www.piiib.org.pl) lub kontaktując się z Budownictwem.

**mgr inż. Jan Jasica**  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej  
Nr K13P/0269/POOK/08



## **II.CZEŚĆ OPISOWA**



## 1. PODSTAWY OPRACOWANIA

- 1.1. Zlecenie Zamawiającego
- 1.2. Projekt słupów trakcji tramwajowej o naciągu 12kN, 15kN, 20kN oraz 25kN wykonany przez: ŻAK TOMASZ WPT PROJEKT ul. Marszałka Focha 1/13, 32-500 Chrzanów.
- 1.3. Opinia Geotechniczna dla ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiekt: Przebudowa torowiska tramwajowego wraz z siecią trakcyjną w ciągu ul. Mickiewicza od Mostu Akademickiego do ul. Brzozowskiego wraz z przejazdem w Szczecinie Bieżące uzgodnienia materiałowe.
- 1.4. Polskie Normy Budowlane i literatura techniczna - związane z tematem niniejszego opracowania.

## 2. OPIS OBIEKTU

### 2.1. WARUNKI GRUNTOWO- WODNE

Mapa otworów geologicznych



Przekroje przez otwory geologiczne



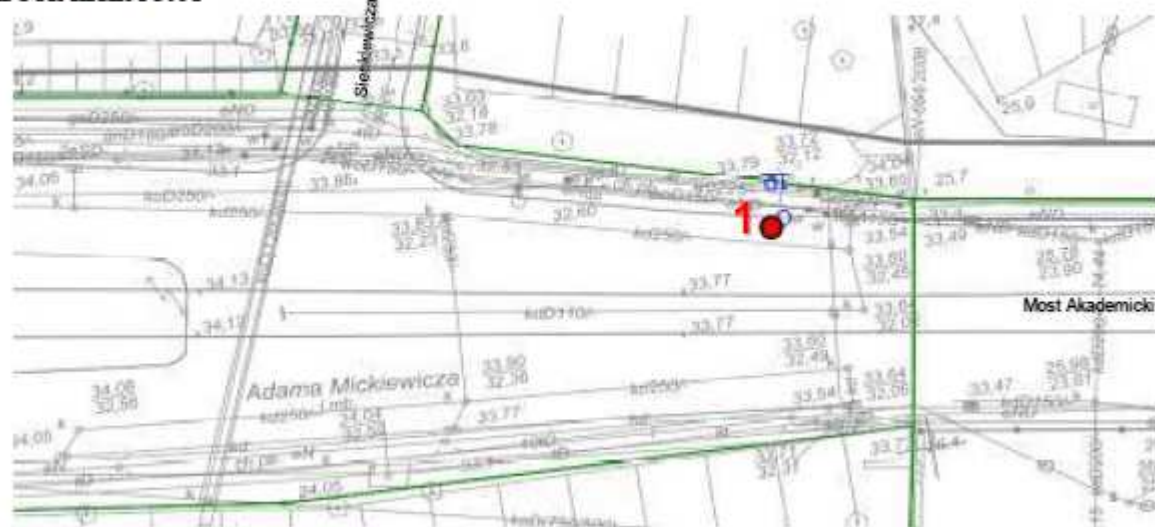
# LABORATORIUM DROGOWE SZCZECIN

## KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU GEOTCHNICZNEGO NR 1

Przebudowa torowiska tramwajowego wraz z siecią trakcyjną w ciągu ul. Mickiewicza od mostu Akademickiego do ul. Brzozowskiego wraz z przejazdem w Szczecinie

Data badania:			31.01.2017	Rzędna: 33,6 m n.p.m.	X: -	Y: -						
Nr arch.:			2017/191	Opracował: mgr inż. Paweł Grochowski						załącznik nr 2.1		
Głębokość [m]	Woda gruntowa [m]	Przebieg warstwy	Profil litologiczny	Rodzaj gruntu (powierzchni, podbudowy)	Głęb. pobrania próby	Włgocność	Stan gruntu		Współczynniki geotechniczne	Objętość wody	Kąt tarcia wewnętrz.	Spójność $c_u$ [kPa]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,0		0,0	MMA	Mieszanka mineralno - asfaltowa: 8 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
			beton	Podbudowa: beton asfaltowy: 24 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,4	nB[Ps]	Nasyp: piasek średni	-	mw	-	0,7	-	1,80	34	-
1,0		1,0	nB[Ps]	Nasyp: piasek średni	-	mw	-	0,6	-	1,70	33	-
2,0												
3,0												
		3,6	nB[Pd]	Nasyp: piasek drobny	-	mw	-	0,5	-	1,65	30	-
4,0		4,2	nB[Pg]/PdH]	Nasyp: piasek giniasty przewarstwiany piaskiem drobnym humusowym	-	mw	0,2	-	-	2,15	15	17
5,0		5,2	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-
6,0		6,0	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-

### LOKALIZACJA





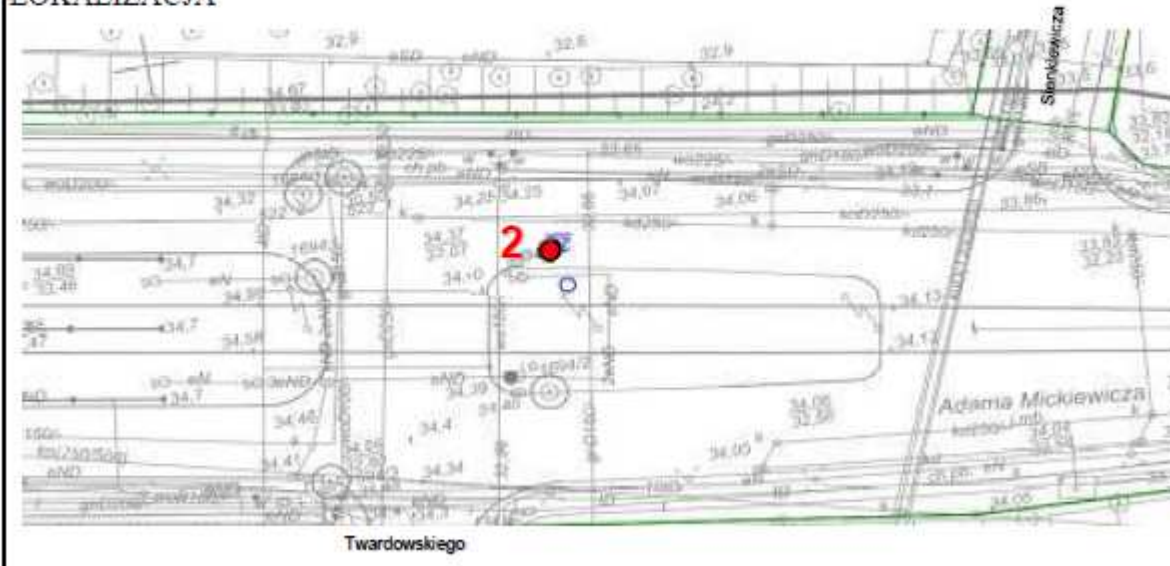
# LABORATORIUM DROGOWE SZCZECIN

## KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU GEOTCHNICZNEGO NR 2

Przebudowa torowiska tramwajowego wraz z siecią trakcyjną w ciągu ul. Mickiewicza od mostu Akademickiego do ul. Brzozowskiego wraz z przejazdem w Szczecinie

Data badania:			31.01.2017	Rzędna: 34,4 m npm	X: -	Y: -						
Nr arch:			2017/191	Opracował: mgr inż. Paweł Grochowski	załącznik nr 2.2							
Głębokość [m]	Woda gruntowa [m]	Przebieg warstwy	Profil litologiczny	Rodzaj gruntu(nawierzchni, podbudowy)	Głębokość pobrania próby	Wł. g. wilgotności	Stan gruntu		Wartość geotechniczna	Objętość	Kąt tarcia wewnętrz.	Spójność $c_u$ [kPa]
1	2	3	4	5	6	7	$I_L$	$I_D$	10	11	12	13
0,0		0,0	MMA	Mieszanka mineralno - asfaltowa: 8 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
			beton	Podbudowa: beton asfaltowy: 20 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
			kruszywo	Podbudowa: kruszywo 0/32,5: 10 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0		0,47	nB[Ps]	Nasyt: piasek średni	-	mw	-	0,7	-	1,80	34	-
		1,2	nB[Ps+Ż+K]	Nasyt: piasek średni ze żwirem i kamieniami	-	mw	-	0,6	-	1,70	33	-
2,0		2,5	nB[Ps]	Nasyt: piasek średni	-	mw	-	0,6	-	1,70	33	-
3,0												
		3,7	nB[Pd//Pg]	Nasyt: piasek drobny przewarstwiany piaskiem gliniastym	-	mw	-	0,5	-	1,65	30	-
4,0		4,2	nB[Pd//PdH]	Nasyt: piasek drobny przewarstwiany piaskiem drobnym humusowym	-	mw	-	0,5	-	1,65	30	-
5,0												
		5,5	nN[C+P]	Nasyt: cegły z piaskiem	-	mw	-	-	-	-	-	-
		5,7	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-
6,0		6,0	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-

## LOKALIZACJA







# LABORATORIUM DROGOWE SZCZECIN

## KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU GEOTCHNICZNEGO NR 3

Przebudowa torowiska tramwajowego wraz z siecią trakcyjną w ciągu ul. Mickiewicza od mostu Akademickiego do ul. Brzozowskiego wraz z przejazdem w Szczecinie

Data badania:			31.01.2017	Rzędna: 35,5 m n.p.m.	X: -	Y: -						
Nr arch:			2017/191	Opracował: mgr inż. Paweł Grochowski					załącznik nr 2.3			
Głębokość [m]	Woda gruntowa [m]	Przebieg warstwy	Profil litologiczny	Rodzaj gruntu (nawierzchni, podbudowy)	Głęb. pobrania próby	Wł. gęstość	Stan gruntu		Wartość geotechniczna	Wartość geotechniczna	Kąt tarcia wew.	Spójność $c_u$ [kPa]
							$I_L$	$I_D$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,0		0,0	MMA	Mieszanka mineralno - asfaltowa: 8 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
			beton	Podbudowa: beton asfaltowy: 19 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,30	nB[Ps]	Nasyp: piasek średni	-	mw	-	0,7	-	1,80	34	-
		0,6	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,5	-	1,65	30	-
1,0		1,5	Po	Pospółka	-	mw	-	0,6	-	1,75	38	-
2,0		2,5	Ps	Piasek średni	-	mw	-	0,6	-	1,70	33	-
3,0												
4,0		4,5	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-
5,0												
6,0		6,0	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-

### LOKALIZACJA





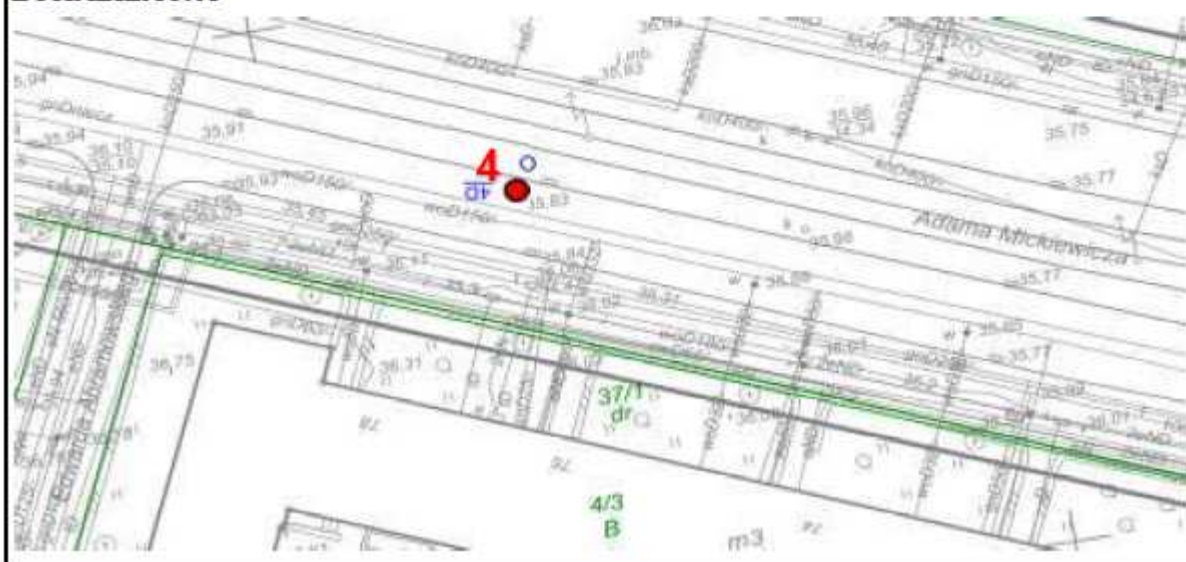
# LABORATORIUM DROGOWE SZCZECIN

## KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU GEOTCHNICZNEGO NR 4

Przebudowa torowiska tramwajowego wraz z siecią trakcyjną w ciągu ul. Mickiewicza od mostu Akademickiego do ul. Brzozowskiego wraz z przejazdem w Szczecinie

Data badania:			31.01.2017	Rzędna: 35,8 m npm	X: -	Y: -						
Nr arch:			2017/191	Opracował: mgr inż. Paweł Grochowski						załącznik nr 2.4		
Głębokość [m]	Woda gruntowa [m]	Przebieg warstwy	Profil litologiczny	Rodzaj gruntu (powierzchni, podbudowy)	Głębokość prób	Wilgotność	Stan gruntu		Warstwa geotechniczna	Opis warstwy	Kąt tarcia wew. $\phi$ [°]	Spójność $c_u$ [kPa]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,0		0,0	MMA	Mieszanka mineralno - asfaltowa: 8 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
			beton	Podbudowa: beton asfaltowy: 22 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,31	nB[Ps]	Nasyp: piasek średni	-	mw	-	0,7	-	1,80	34	-
		0,7	Pd+2	Piasek drobny ze żwirem	-	mw	-	0,5	-	1,65	30	-
1,0												
2,0												
3,0		2,7	Pd/Px	Piasek drobny na granicy pylastego	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-
4,0		4,0	Px	Piasek pylasty	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-
5,0												
6,0		6,0	Px	Piasek pylasty	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-

### LOKALIZACJA





# **LABORATORIUM DROGOWE SZCZECIN**

## **KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU GEOTCHNICZNEGO NR 5**

Przebudowa torowiska tramwajowego wraz z siecią trakcyjną w ciągu ul. Mickiewicza od mostu Akademickiego do ul. Brzozowskiego wraz z przejazdem w Szczecinie

Data badania: 31.01.2017			Rzędna: 35,3 m npm			X: -			Y: -			
Nr arch: 2017/191			Opracował: mgr inż. Paweł Grochowski							załącznik nr 2.5		
Głębokość [m]	Woda gruntowa [m]	Przebieg warstwy	Profil litologiczny	Rodzaj gruntu/powierzchni, podbudowy	Głęb. pobrania próby	Wilgotność	Stan gruntu		Współczynniki geotechniczne	Współczynniki geotechniczne	Kąt tarcia wewn.	Spójność $c_0$ [kPa]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,0		0,0	MMA	Mieszanka mineralno - asfaltowa: 8 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
			beton	Podbudowa: beton asfaltowy: 22 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,30	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,5	-	1,65	30	-
		0,9	P <sub>gr</sub>	Piasek pylasty	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-
1,0												
2,0												
3,0												
		3,2	Pd+2	Piasek drobny ze żwirem	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-
4,0		4,3	Pd/P <sub>gr</sub>	Piasek drobny na granicy pylastego	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-
5,0												
6,0		6,0	Pd/P <sub>gr</sub>	Piasek drobny na granicy pylastego	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-

## **LOKALIZACJA**







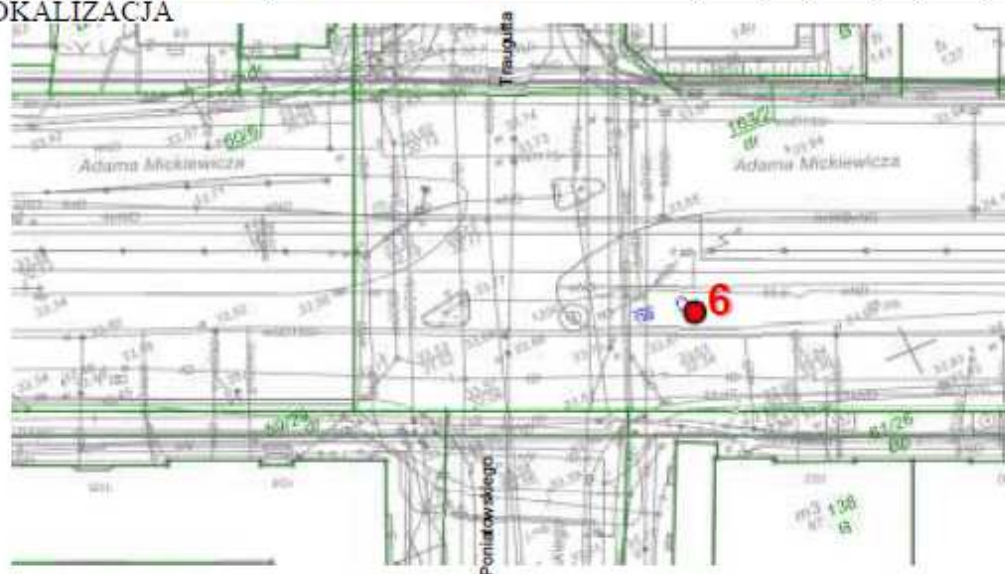
# LABORATORIUM DROGOWE SZCZECIN

## KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU GEOTCHNICZNEGO NR 6

Przebudowa torowiska tramwajowego wraz z siecią trakcyjną w ciągu ul. Mickiewicza od mostu Akademickiego do ul. Brzozowskiego wraz z przejazdem w Szczecinie

Data badania:			31.01.2017	Rzędna: 33,9 m npm	X: -	Y: -						
Nr arch:			2017/191	Opracował: mgr inż. Paweł Grochowski				załącznik nr 2.6				
Głębokość [m]	Woda gruntowa [m]	Przebieg warstwy	Profil litologiczny	Rodzaj gruntu (powierzchni, podbudowy)	Głębokość pobrania próby	Włókniki	Stan gruntu		Wartość geotechniczna	Współczynnik	Kąt tarcia wewn.	Spójność $c_u$ [kPa]
							$I_L$	$I_D$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,0	<div>1,0 ▼</div> <div>SS</div>	0,0	beton	Chodnik: płytki betonowe: 10cm	-	-	-	-	-	-	-	-
			Ps	Podsyпка: piasek średni: 10 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
			beton	Podbudowa: beton asfaltowy: 30 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,50	Pg	Piasek gliniasty	-	mw	0,1	-	-	2,15	20	35
		0,8	Pg	Piasek gliniasty	-	w	0,25	-	-	2,10	17	28
1,0		1,1	Pd//Pg	Piasek drobny przewarstwiany piaskiem gliniastym	-	w	-	0,5	-	1,75	30	-
2,0		2,7	Pd+2	Piasek drobny ze żwirem	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-
3,0		3,5	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-
4,0		4,5	Pg//Pd	Piasek gliniasty przewarstwiany piaskiem drobnym	-	mw	0,1	-	-	2,20	20	36
5,0												
6,0	6,0	Pg//Pd	Piasek gliniasty przewarstwiany piaskiem drobnym	-	mw	0,1	-	-	2,20	20	36	

### LOKALIZACJA





# LABORATORIUM DROGOWE SZCZECIN

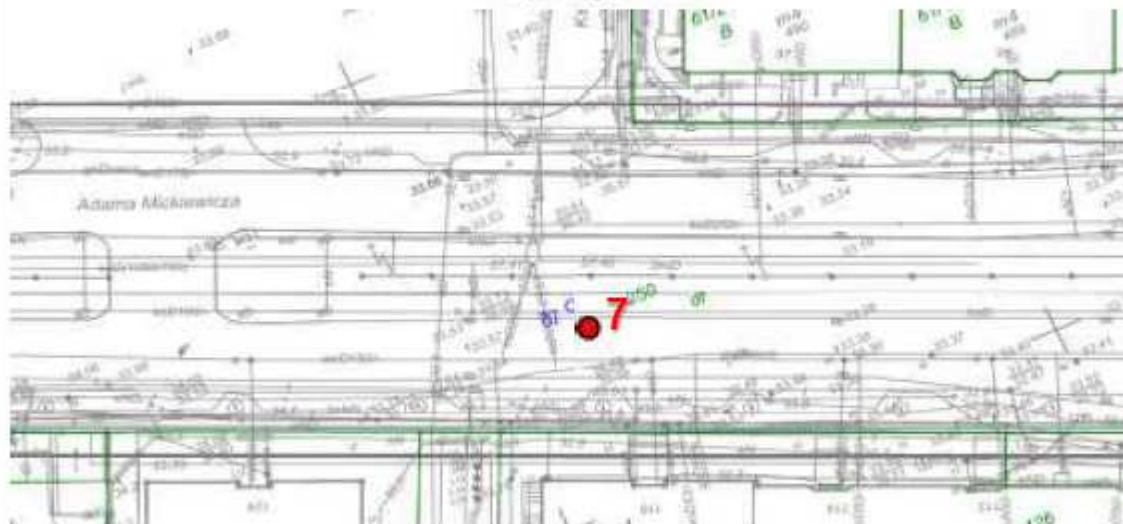
## KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU GEOTCHNICZNEGO NR 7

Przebudowa torowiska tramwajowego wraz z siecią trakcyjną w ciągu ul. Mickiewicza od mostu Akademickiego do ul. Brzozowskiego wraz z przejazdem w Szczecinie

Data badania:			31.01.2017	Rzędna: 33,4 m n.p.m.	X: -	Y: -						
Nr arch.:			2017/191	Opracował: mgr inż. Paweł Grochowski	załącznik nr 2.7							
Głębokość [m]	Woda gruntowa [m]	Przebieg warstwy	Profil litologiczny	Rodzaj gruntu (powierzchni, podbudowy)	Głęb. pobrania próby	Wł. gęstość	Stan gruntu		Warstwa geotechniczna	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrz.	Spójność $c_u$
1	2	3	4	5	6	7	$I_L$	$I_D$	10	11	12	13
0,0		0,0	MMA	Mieszanka mineralno - asfaltowa: 7 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
			beton	Podbudowa: beton asfaltowy: 21 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,28	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,5	-	1,65	30	-
1,0												
		1,5	Pg	Piasek gliniasty	-	w	0,25	-	-	2,10	17	28
		1,8	G	Gлина	-	mw	0,2	-	-	2,15	18	32
2,0												
		2,3	P <sub>z</sub> /II	Piasek pylasty przewarstwiany pyłem	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-
3,0												
		3,5	Pg	Piasek gliniasty	-	mw	0,1	-	-	2,20	20	36
4,0												
		4,5	Pg	Piasek gliniasty	-	mw	0,0	-	-	2,20	22	40
5,0												
		6,0	Pg	Piasek gliniasty	-	mw	0,0	-	-	2,20	22	40

### LOKALIZACJA

Ks. abpa Grzegorza z sanoka





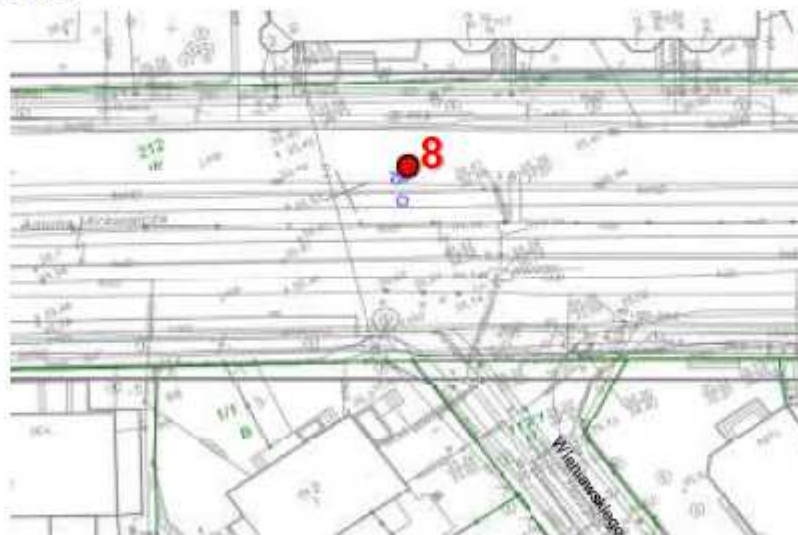
# LABORATORIUM DROGOWE SZCZECIN

## KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU GEOTCHNICZNEGO NR 8

Przebudowa torowiska tramwajowego wraz z siecią trakcyjną w ciągu ul. Mickiewicza od mostu Akademickiego do ul. Brzozowskiego wraz z przejazdem w Szczecinie

Data badania:			31.01.2017	Rzędna: 35,4 m npm	X: -	Y: -						
Nr arch:			2017/191	Opracował: mgr inż. Paweł Grochowski	załącznik nr 2.8							
Głębokość [m]	Woda gruntowa [m]	Pozycja warstwy	Profil litologiczny	Rodzaj gruntu(nawierzchni, podbudowy)	Głęb. pobrania próby	Wilgotność	Stan gruntu		Wartość geotechniczna	ciężkość objętościowa	kąt tarcia wew.	Spójność $c_u$ [kPa]
1	2	3	4	5	6	7	$I_L$	$I_D$	10	11	12	13
0,0		0,0	MMA	Mieszanka mineralno - asfaltowa: 7 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,38	beton	Podbudowa: beton asfaltowy: 28 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
			nB[Ps]	Nasyp: piasek średni	-	mw	-	0,6	-	1,70	33	-
		0,5	Pn//II	Piasek pylasty przewarstwiany pyłem	-	w	-	0,6	-	1,75	30	-
1,0		1,2	II	Pył	-	w	0,25	-	-	2,00	17	25
2,0												
		2,6	Pn//II	Piasek pylasty przewarstwiany pyłem	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-
3,0		3,0	Pd+2	Piasek drobny ze żwirem	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-
4,0		4,0	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-
5,0												
6,0		6,0	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-

### LOKALIZACJA







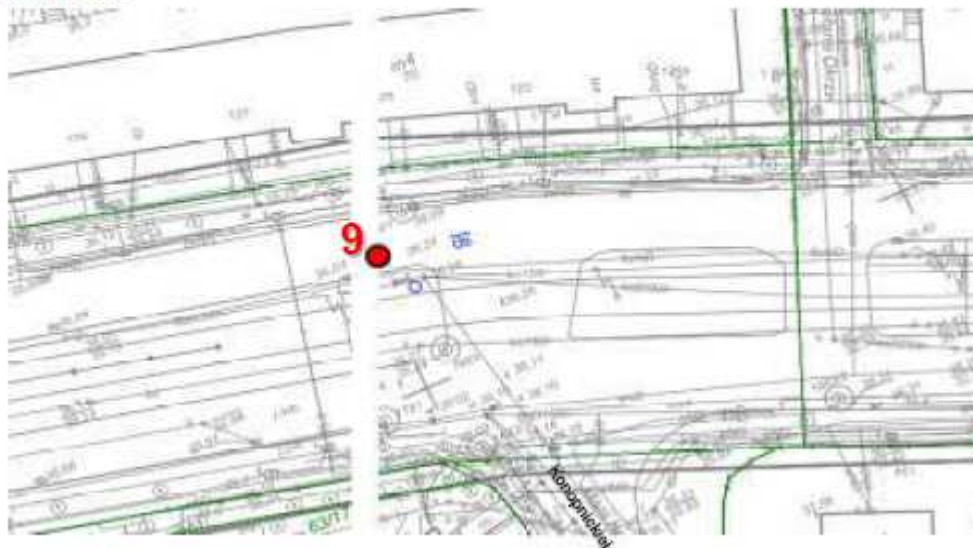
# LABORATORIUM DROGOWE SZCZECIN

## KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU GEOTCHNICZNEGO NR 9

Przebudowa torowiska tramwajowego wraz z siecią trakcyjną w ciągu ul. Mickiewicza od mostu Akademickiego do ul. Brzozowskiego wraz z przejazdem w Szczecinie

Data badania:			31.01.2017	Rzędna: 36,1 m npm	X: -	Y: -						
Nr arch:			2017/191	Opracował: mgr inż. Paweł Grochowski						załącznik nr 2.9		
Głębokość [m]	Woda gruntowa [m]	Przebieg warstwy	Profil litologiczny	Rodzaj gruntu(nawierzchni, podbudowy)	Głęb. pobrania próby	Wilgotność	Stan gruntu		Warstwa geotechniczna	Ciężar właściwy	Kąt tarcia wewnętrz.	Spójność $c_u$ [kPa]
							$I_L$	$I_D$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,0		0,0	MMA	Mieszanka mineralno - asfaltowa: 7 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
			beton	Podbudowa: beton asfaltowy: 18 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,28	nB[Ps]	Nasyp: piasek średni	-	mw	-	0,6	-	1,70	33	-
		0,4	Pg//Pd	Piasek gliniasty przewarstwiany piaskiem drobnym	-	mw	0,2	-	-	2,15	18	31
1,0		1,6	Pd+Z	Piasek drobny ze żwirem	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-
2,0		2,0	Ps+Z+K	Piasek średni ze żwirem i kamieniami	-	mw	-	0,6	-	1,70	33	-
		2,8	Pd+Z	Piasek drobny ze żwirem	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-
3,0												
4,0		4,2	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-
5,0												
6,0		6,0	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-

### LOKALIZACJA





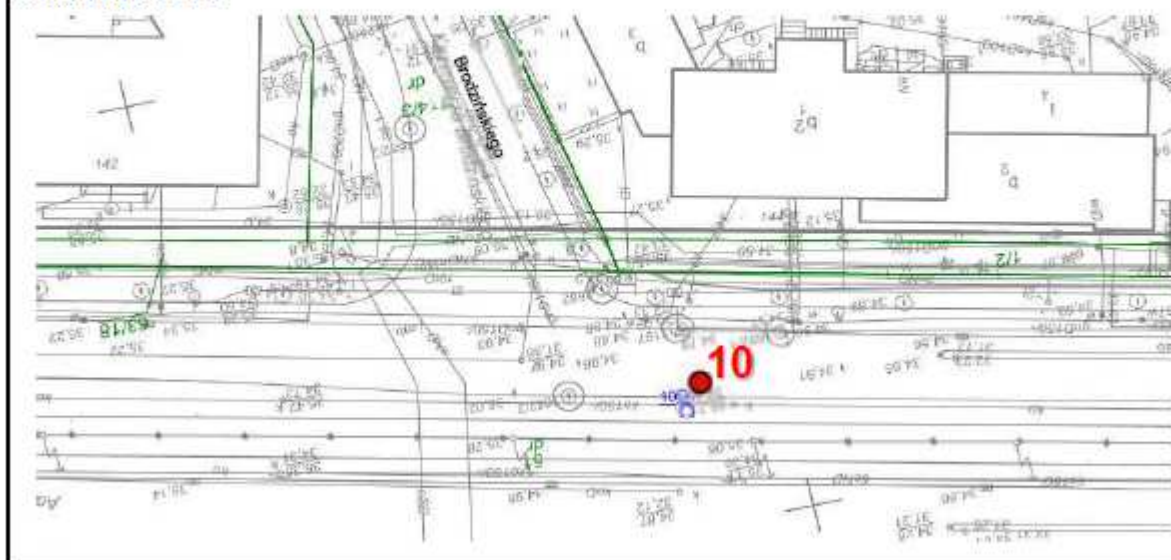
# **LABORATORIUM DROGOWE SZCZECIN**

## **KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU GEOTCHNICZNEGO NR 10**

Przebudowa torowiska tramwajowego wraz z siecią trakcyjną w ciągu ul. Mickiewicza od mostu Akademickiego do ul. Brzozowskiego wraz z przejazdem w Szczecinie

Data badania:			31.01.2017	Rzędna: 34,8 m npm	X: -	Y: -								
Nr arch:			2017/191	Opracował: mgr inż. Paweł Grochowski				załącznik nr 2.10						
Głębokość [m]	Woda gruntowa [m]	Przebieg warstwy	Profil litologiczny	Rodzaj gruntu(nawierzchni, podbudowy)	Głęb. pobrania próby	Wilgotność	Stan gruntu		Warstwa geotechniczna	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewn.	Spójność $c_u$		
1	2	3	4	5	6	7	$I_L$	$I_D$	8	9	10	11	12	13
0,0		0,0	MMA	Mieszanka mineralno - asfaltowa: 7 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			beton	Podbudowa: beton asfaltowy: 30 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,36	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-	-	-
		0,8	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,5	-	1,65	30	-	-	-
1,0		1,5	Pm	Piasek pylisty	-	w	-	0,5	-	1,65	30	-	-	-
2,0		2,0	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-	-	-
3,0														
4,0		3,5	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-	-	-
5,0														
6,0		6,0	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-	-	-

## **LOKALIZACJA**






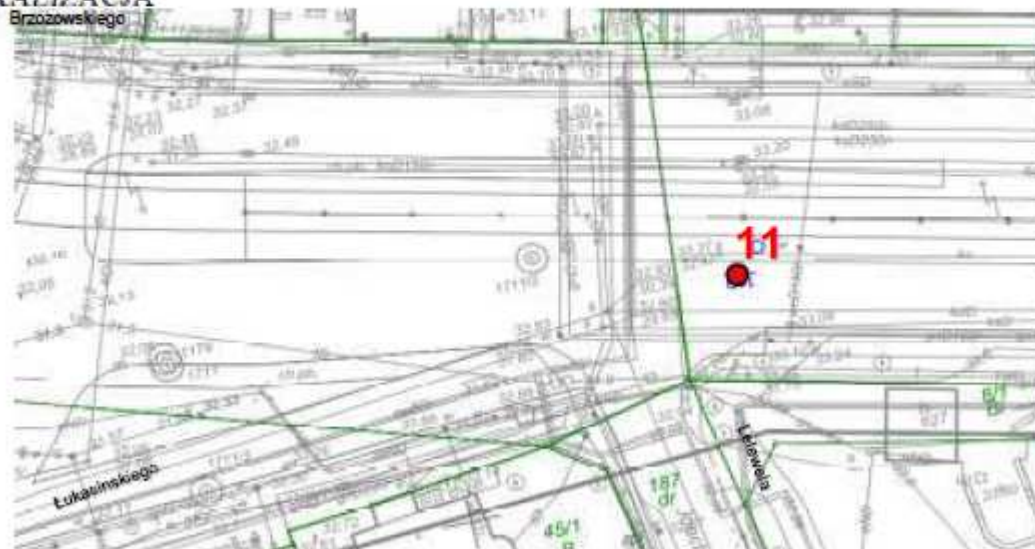
# **LABORATORIUM DROGOWE SZCZECIN**

## **KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU GEOTCHNICZNEGO NR 11**

Przebudowa torowiska tramwajowego wraz z siecią trakcyjną w ciągu ul. Mickiewicza od mostu Akademickiego do ul. Brzozowskiego wraz z przejazdem w Szczecinie

Data badania:			31.01.2017	Rzędna: 32,9 m n.p.m.			X: -		Y: -			
Nr arch:			2017/191	Opracował: mgr inż. Paweł Grochowski						załącznik nr 2.11		
Głębokość [m]	Woda gruntowa [m]	Przebieg warstwy	Profil litologiczny	Rodzaj gruntu(nawierzchni, podbudowy)	Głęb. pobrania próby	Wilgotność	Stan gruntu		Warstwa geotechniczna	Ciężar właściwy objętościowy [kN/m³]	Kąt tarcia wewnętrz.	Spójność c <sub>v</sub> [kPa]
							I <sub>L</sub>	I <sub>D</sub>				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,0		0,0	MMA	Mieszanka mineralno - asfaltowa: 7 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
			beton	Podbudowa: beton asfaltowy: 32 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,35	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-
1,0												
		1,8	Ps	Piasek średni	-	mw	-	0,4	-	1,85	32	-
2,0		2,0	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-
		2,3	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,6	-	1,70	30	-
3,0												
4,0												
		4,5	Pd	Piasek drobny	-	mw	-	0,7	-	1,70	31	-
5,0												
	5,6▼▼▼	5,6	Pd	Piasek drobny	-	nw	-	0,7	-	2,00	31	-
6,0		6,0	Pd	Piasek drobny	-	nw	-	0,7	-	2,00	31	-

### **LOKALIZACJA**



Założono, że swobodny, ciągły poziom wody gruntowej stabilizuje się poniżej projektowanego poziomu posadowienia obiektu.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. (Dz. U. 2012 nr 0, poz. 463) „W sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych” istniejące warunki



zakwalifikowano jako **proste**. Projektowany obiekt zakwalifikowano do **drugiej** kategorii geotechnicznej.

### **3. SPOSÓB WYKONANIA POSADOWIENIA POŚREDNIEGO FUNDAMENTU.**

#### **3.1. Podstawy wyboru sposobu fundamentowania.**

Mając na uwadze schemat konstrukcyjny projektowanego fundamentu zaprojektowano posadowienie słupów trakcji tramwajowej w pału betonowym wierconym w rurze obsadowej średnicy 1000mm.

#### **3.2. Podstawowe dane projektowe.**

- 3.2.1. Pal żelbetowy ma za zadanie przeniesienie obciążenia przekazywanego przez maszt trakcji tramwajowej na warstwy gruntu poprzez odpór gruntu na pobocznicę.
- 3.2.2. Długości pala określono na podstawie założonego reprezentatywnego podłoża gruntowego oraz ograniczenia przemieszczenia poziomego podstawy słupa trakcji tramwajowej do wartości 1,5cm – obliczenia zawarte w dalszej części opracowania.
- 3.2.3. Obciążenie maksymalne przekazywane na oczep fundamentowy podano w dalszej części opracowania – informację uzyskano od Projektanta słupów trakcyjnych.
- 3.2.4. Do wykonania pala przewidziano użycie betonu klasy B30 (C25/30). Jako zbrojenie należy zastosować pręty żebrowane ze stali AIIIIN (RB500W).
- 3.2.5. Spełnienie wymogów Stanu Granicznego Nośności oraz Stanu Granicznego Użytkowości.

#### **3.3. Przyjęte założenia projektowe.**

Na podstawie otrzymanych wyników, przeprowadzonych obliczeń statycznych przeprowadzono następujące prace projektowe związane z posadowieniem pośrednim:

- 3.3.1. Długość pala określona w oparciu o założone reprezentatywne podłożę gruntowe oraz wartość obciążenia uzyskaną od Zamawiającego.
- 3.3.2. Założono, że górna warstwa gruntu o miąższości min. 1,0m zostanie wymieniona na grunt spełniający wymogi podbudowy torowiska tramwajowego lub jest to warstwa spełniająca wymogi podbudowy torowiska tramwajowego. Ewentualna wymianę tego gruntu powinno przeprowadzić się przed przystąpieniem do wykonywania pali fundamentowych.
- 3.3.3. Długość pala należy dostosować do rzeczywistych warunków gruntowych na podstawie dokumentacji geotechnicznej.
- 3.3.4. Obliczeniowa wartość przemieszczenia podstawy słupa trakcji tramwajowej nie przekracza 15mm.

#### **3.4. Technologia wykonywania wzmocnienia gruntu.**

Poniżej zostały podane podstawowe informacje związane z wykonaniem pala betonowego oraz odpowiednim posadowieniem projektowanego obiektu.

Roboty palowe wykonane mogą być tylko przez Wykonawcę posiadającego odpowiedni sprzęt do wykonania pali wierconych w rurach obsadowych oraz

odpowiednie doświadczenie w prowadzeniu tego typu robót. Wykonawca na życzenie Zlecającego opracuje i przedłoży do zaakceptowania przez Inżyniera projekt technologii i organizacji oraz PZJ dla robót palowych.

Poniżej zaprezentowano kolejne czynności związane z wykonaniem pala:

Wykonanie pala składa się z następujących czynności:

- wytyczenie geodezyjne osi pala,
- ustawienie świdra palownicy nad wytyczoną osią pala,
- wiercenia otworu na głębokość projektową,
- betonowania pala z równoczesnym podciąganiem świdra,
- odsłonięcie świeżo uformowanego trzonu i oczyszczenie powierzchni betonu,
- wprowadzenie zbrojenia w świeżą mieszankę betonową,

Ukończony pal powinien mieć kształt walca betonowego o średnicy co najmniej równej nominalnej średnicy pala. Proces formowania powinien zapewnić uzyskanie pala betonowego o jednolitej jakości, bez przerw i niejednorodności.

#### 3.4.1. Wyznaczanie osi pali.

Przed przystąpieniem do robót należy zorganizować plac budowy i wytyczyć osie pala fundamentowego. Osie pala oraz poziom jego głowicy powinny być wyznaczone geodezyjnie i oznaczone na gruncie w sposób trwały. Szkic z podaniem oznaczeń i odległości pomiarowych należy włączyć do dokumentacji budowy.

#### 3.4.2. Wykonywanie otworu.

Wiercenie otworu odbywa się świdrem. Przed rozpoczęciem wkręcania świdra należy sprawdzić jego pionowość i ustawienie w osi pala. Podczas wiercenia posuw i prędkość obrotową świdra należy odpowiednio dostosować do warunków gruntowych, tak aby zminimalizować wynoszenie gruntu na powierzchnię terenu. Pale należy wykonywać w takiej kolejności i w taki sposób, aby nie powodować uszkodzenia wcześniej wykonanych pali.

#### 3.4.3. Wykonanie i montaż zbrojenia.

Zbrojenie, wykonane zgodnie z Projektem Technicznym, wprowadza przed przystąpieniem do betonowania. Zbrojenie należy wkładać centrycznie i pionowo. Pograżanie należy zakończyć na poziomie zgodnym projektem technicznym.

#### 3.4.4. Betonowanie pala.

Mieszankę betonową należy podawać pod odpowiednim ciśnieniem. Do podawania mieszanki betonowej należy stosować pompy przystosowane do podawania betonu na wysokość odpowiadającą poziomowi przewodu na górze świdra, po jego wyciągnięciu z gruntu. Pompowanie masy betonowej powinno odbywać się wg instrukcji opracowanej dla danego urządzenia. Formowanie trzonu należy wykonać z pewnym nadładkiem, który usuwa się wraz z przykrywającym go urobkiem wyniesionym na zwojach świdra; zabieg służy przygotowaniu trzonu do wciśnięcia zbrojenia. Rzeczywista średnica pala nie może być mniejsza od średnicy nominalnej rury obsadowej. Próbkę do badań betonu pobiera się w czasie wprowadzania mieszanki betonowej do pompy. Pobiera się co najmniej 6 szt. próbek z każdego dnia formowania pali, ale nie mniej niż liczba pali wykonanych w tym dniu. W przypadku dostawy mieszanki betonowej z wytwórni o jakości kontrolowanej przez producenta, dopuszcza się zmniejszenie liczby próbek o połowę. Próbkę należy przygotowywać, przechowywać i badać zgodnie z PN-EN 206-1:2003/Ap1:2003. W czasie betonowania, na podstawie oceny urobku wynoszonego na zwojach świdra, należy wykonywać makroskopową ocenę rodzaju gruntów zalegających w podłożu i porównywać je z warunkami gruntowymi podanymi w

Dokumentacji Projektowej. W przypadku istotnych niezgodności należy powiadomić o tym Inżyniera i Projektanta.

#### 3.4.5. Tolerancje wykonawcze geometrii pala.

Dopuszczalne odchyłki położenia pala są następujące:

$e \leq 4$  cm, gdy fundament oparty jest na jednym palu

Dopuszczalne odchyłki wymiarów pala zgodnie z PN – EN 1536:2001.

### **3.5. Wymagane warunki kontroli wykonawstwa.**

W zakresie badań kontrolnych pala fundamentowego przewidziano:

#### 3.5.1. Zakres kontroli

Sprawdzenie przygotowania terenu należy przeprowadzać na zgodność z odpowiednim punktem Specyfikacji. W przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania nie zinwentaryzowanych urządzeń lub instalacji, otwory do głębokości 1,2 m powinny być wykopane ręcznie.

Kontroli podlegają:

- warunki gruntowe,
- materiały użyte do pali,
- zakres robót palowych i ich zgodność z Dokumentacją Projektową,
- zgodność prowadzenia robót z wytycznymi technologicznymi określonymi w Projekcie Technologicznym,
- tolerancje wymiarów pala,

#### 3.5.2. Sprawdzenie podłoża gruntowego

Sprawdzenie podłoża gruntowego polega na ogólnym porównaniu rzeczywistych warunków gruntowych w miejscu wykonywania pala z warunkami podanymi w sporządzonej dokumentacji geotechnicznej. Wykonuje się je przez obserwację oporu wiercenia oraz sprawdzeniu zgodności rodzaju i miąższości warstw gruntu wyciąganego na świdrze. Należy wykonywać makroskopową ocenę rodzaju gruntów zalegających w podłożu gruntowym. Wykonuje się ją na podstawie oceny urobku wynoszonego na zwojach świdra.

#### 3.5.3. Kontrola materiałów

Kontrola jest przeprowadzana wg wymagań Projektu Technicznego.

#### 3.5.4. Monitorowanie wykonania pali

Przed rozpoczęciem robót Wykonawca na życzenie Zlecającego sporządza a Inżynier Budowy zatwierdza „Plan zapewnienia jakości”. Monitorowanie wykonuje się wg opracowanej przez Wykonawcę instrukcji technologicznej w zakresie zgodnym z PN- EN 1536:2001 i uzgodnionej z Inżynierem. Badania, w trakcie formowania pala, polegają na sprawdzaniu zagłębienia świdra w grunt, ilości i ciśnienia mieszanki betonowej włączanej do otworu oraz prędkości podciągania świdra. W czasie wbudowywania zbrojenia sprawdza się głębokość opuszczenia i współosiowość usytuowania w trzonie pala. Sprawdzenie zgodności z Dokumentacją Projektową polega na porównaniu wykonanych robót z Dokumentacją Projektową. Położenie głowicy pala i osi zbrojenia pali należy sprawdzać przez pomiary przymiarem z podziałką centymetrową i niwelatorem.

#### 3.5.5. Metryka pala

Wykonawca ma obowiązek sporządzenia metryk pali, które powinny obejmować:

- datę i czas wykonania pala,
- lokalizację pala, długość pala,

- klasę wbudowanego betonu, rodzaj zbrojenia.

### 3.5.6. Badania nośności pali

Ze względu na specyficzny charakter pracy pala w danym zadaniu nie jest konieczne wykonywanie próbnych obciążeń pali.

## 4. MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE.

Beton:

Stal zbrojeniowa:

Stal profilowa:

B30 (C25/30)

AIIIIN (RB500W)

S235JRG2

## 5. LITERATURA

Obciążenia:

- PN-82/B-02000 - Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
- PN-82/B-02001 - Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- PN-82/B-02003 - Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
- PN-82/B-02004 - Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Obciążenie pojazdami.

Obliczenia konstrukcji:

- PN-90/B-03200 – Konstrukcje stalowe. Obliczeniach statyczne i projektowanie
- PN-76/B-03001 Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń
- PN-83/B-02482 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych

Wykonawstwo:

PN-EN 197-1:2002/A3:2007 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku

PN-EN 1536:2001 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale wiercone

**mgr inż. Bartosz Mrówka**  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
kierowania i nadzoru nad robotami budowlanymi  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej  
Nr MAP/0043/POOK/07, Nr MAP/0226/OWOK/08

**mgr inż. Jan Jasica**  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej  
Nr MAP/0269/POOK/08

### **III.CZEŚĆ OBLICZENIOWA**

### ***III/1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ***



Obciążenia na fundament przyjęto wg wytycznych projektanta słupów trakcji tramwajowej, które zamieszczono poniżej. Ciężar własny fundamentów uwzględniono w algorytmach obliczeniowych.

Obciążenia działające na fundament:	
Obciążenie 25kN na wysokości 7m	
Moment zginający	184,2kNm
Siła pozioma	26,97kN
Siła pionowa	8,63kN
Obciążenie 20kN na wysokości 7m	
Moment zginający	149,2kNm
Siła pozioma	21,97kN
Siła pionowa	6,67kN
Obciążenie 15kN na wysokości 7m	
Moment zginający	113,5kNm
Siła pozioma	16,82kN
Siła pionowa	5,70kN
Obciążenie 12kN na wysokości 7m	
Moment zginający	92,4kNm
Siła pozioma	13,81kN
Siła pionowa	5,23kN

### ***III/2. OBLICZENIA FUNDAMENTÓW***

# A1. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE PALA FUNDAMENTOWEGO POD SŁUP O NACIĄGU 12kN.

## Analiza pala

### Dane wejściowe

#### Projekt

Data : 05.08.2013

#### Ustawienia

Polska - EN 1997

#### Materiały i normy

Konstrukcje betonowe :	EN 1992-1-1 (EC2)
Współczynniki EN 1992-1-1 :	domyślne
Konstrukcje stalowe :	EN 1993-1-1 (EC3)
Współczynnik częściowy nośności przekroju stalowego :	$\gamma_{M0} = 1,00$
Konstrukcje drewniane :	EN 1995-1-1 (EC5)
Współczynnik częściowy do parametrów drewna :	$\gamma_M = 1,30$
Współczynnik wpływu obciążenia i wilgotności (drewno) :	$k_{mod} = 0,50$
Współczynnik szerokości efektywnej przekroju w ścinaniu (drewno) :	$k_{cr} = 0,67$

#### Pale

Obliczenia w warunkach z odpływem :	NAVFAC DM 7.2
Krzywa obciążeniowa :	liniowa (Poulos)
Nośność pozioma :	półprzestrzeń sprężysta
Metodyka obliczeń :	obliczenia według EN 1997
Podejście obliczeniowe :	2 - redukcja oddziaływań i oporów

Współczynniki częściowe do oddziaływań (A)			
Trwała sytuacja obliczeniowa			
		Niekorzystne	Korzystne
Oddziaływania stałe :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R)			
Trwała sytuacja obliczeniowa			
Wsp. częściowy do nośności poboczniczy pali wciskanych :	$\gamma_s =$	1,10 [-]	
Wsp. częściowy do nośności podstawy pala :	$\gamma_b =$	1,10 [-]	
Wsp. częściowy do nośności pali wyciąganych :	$\gamma_{st} =$	1,15 [-]	

#### Geometria konstrukcji

Profil pala: kołowy

#### Wymiary

Średnica  $d = 1,00$  m

Długość  $l = 3,00$  m

#### Wyznaczone charakterystyki przekroju

Powierzchnia  $A = 7,85E-01$  m<sup>2</sup>

Moment bezwładności  $I = 4,91E-02$  m<sup>4</sup>

#### Lokalizacja

Wysokość ponad gruntem  $h = 0,00$  m

Głębokość terenu po modyfikacji  $h_z = 0,00$  m

Technologia : Pale CFA

Przyjęto stały moduł reakcji podłoża.

## Materiał konstrukcji

Ciężar objętościowy  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Obliczenia konstrukcji betonowych przeprowadzono z wykorzystaniem normy EN 1992-1-1 (EC2).

### Beton : C 25/30

Wytrzymałość na ściskanie  $f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$

Wytrzymałość na rozciąganie  $f_{ctm} = 2,60 \text{ MPa}$

Moduł sprężystości  $E_{cm} = 31000,00 \text{ MPa}$

Moduł sprężystości poprzecznej  $G = 12917,00 \text{ MPa}$

### Zbrojenie podłużne : B500

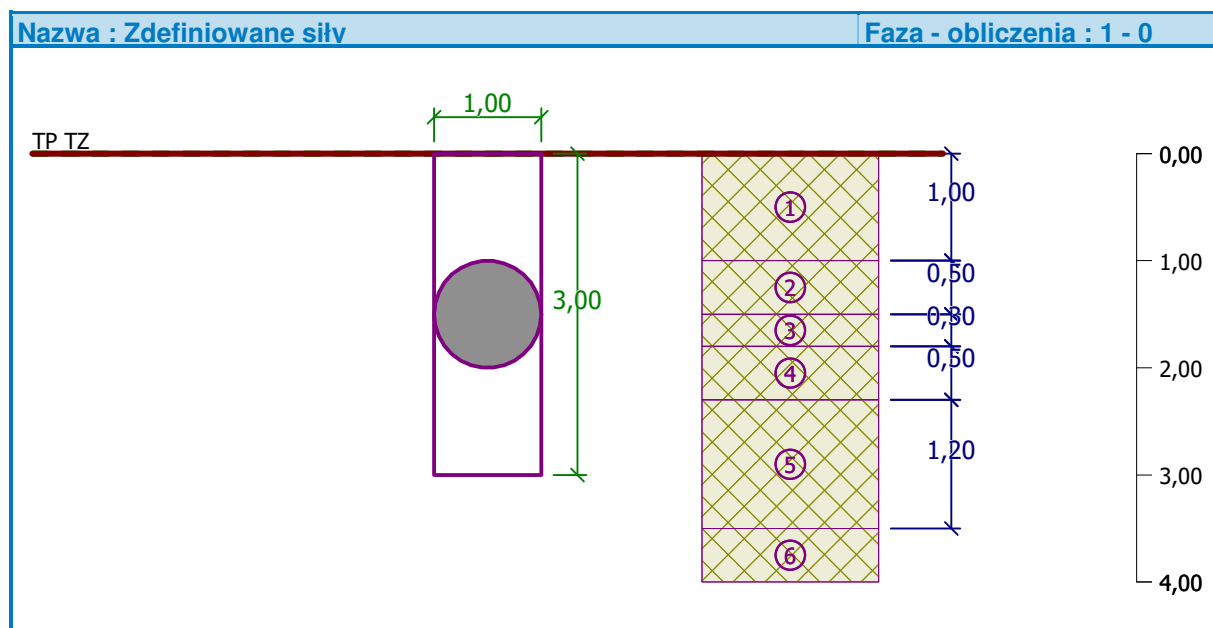
Granica plastyczności  $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

## Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Nr	Warstwa [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
1	1,00	Pd ID=0.6	
2	0,50	Pd ID=0.5	
3	0,30	Pg IL=0.25	
4	0,50	Pg IL=0.20	
5	1,20	Pd ID=0.6	
6	-	Pg IL=0.10	

## Obciążenie

Nr	Obciążenie		Nazwa	Rodzaj	N [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kN]
	nowe	zmiana							
1	Tak		Siła Nr 1	Obliczeniowe	5,23	92,40	0,00	0,00	13,81



## Globalne ustawienia obliczeń

Analiza nośności pionowej : rozwiązanie analityczne

Rodzaj obliczeń : obliczenia w warunkach z odpływem

## Ustawienia obliczeń fazy

Sytuacja obliczeniowa : trwała

Metodyka obliczeń : bez redukcji danych wejściowych

## Analiza Nr 1

### Analiza nośności pionowej pala, według NAVFAC DM 7.2 - wyniki pośrednie

Wyznaczenie nośności podstawy pala:

Grunt pod podstawą pala jest niespoisty

Współczynnik nośności  $N_q = 12,00$

Powierzchnia przekroju poprzecznego pala  $A_p = 7,85E-01 \text{ m}^2$

Nośność pobocznicy pala:

Głębokość [m]	Grubość [m]	$c_{ud}$ [kPa]	$\alpha$ [-]	$k_{dc}$ [-]	$\delta$ [°]	$\sigma_{or}$ [kPa]	$R_{si}$ [kN]
0,00	-	-	-	-	-	0,00	-
1,00	1,00	-	-	1,31	23,25	8,75	14,06
1,00	-	-	-	-	-	8,75	-
1,50	0,50	-	-	1,28	22,50	17,50	13,23
1,50	-	-	-	-	-	17,50	-
1,80	0,30	28,00	0,95	-	-	17,50	22,79
1,80	-	-	-	-	-	17,50	-
2,30	0,50	32,00	0,87	-	-	17,50	39,76
2,30	-	-	-	-	-	17,50	-
3,00	0,70	-	-	1,31	23,25	17,50	19,69

### Obliczenie nośności pionowej : NAVFAC DM 7.2

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Współczynnik obliczenia głębokości krytycznej  $k_{dc} = 1,00$

Analiza pala ściskanego:

Najniekorzystniejszy stan obciążeniowy nr 1. (Siła Nr 1)

Nośność pobocznicy pala  $R_s = 109,52 \text{ kN}$

Nośność podstawy pala  $R_b = 473,81 \text{ kN}$

Nośność pala  $R_c = 583,33 \text{ kN}$

Pionowa siła obliczeniowa  $V_d = 5,23 \text{ kN}$

$$R_c = 583,33 \text{ kN} > 5,23 \text{ kN} = V_d$$

### Nośność pionowa pala SPEŁNIA WYMAGANIA

## Analiza Nr 1

### Obliczenia krzywej obciążeniowej - dane wejściowe

Warst wa nr	$E_s$ [MPa]
1	15,00
2	22,00
3	15,00
4	15,00
5	15,00

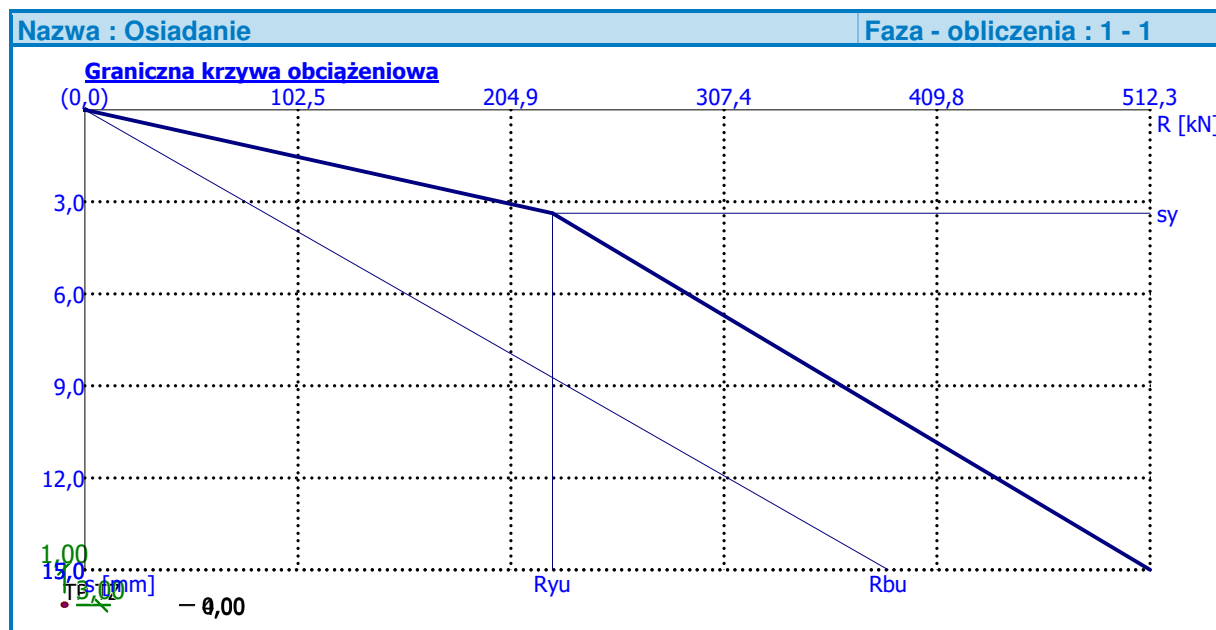
Graniczne osiadanie pala  $s_{lim} = 15,0 \text{ mm}$

### Obliczenia krzywej obciążeniowej - wyniki pośrednie

Współczynnik korygujący sztywności gruntu	$C_k = 0,99$
Współczynnik korygujący wsp. Poisson'a	$C_v = 0,80$
Współczynnik korygujący sztywności gruntu	$C_b = 1,16$
Współczynnik korygujący przek. obc. nieśc. pala	$\beta_0 = 0,51$
Współczynnik przekazywania obciążenia do podstawy	$\beta = 0,46$

Współczynniki wpływu osiadania :

Podstawowy - zależny od stosunku $l/d$	$I_0 = 0,27$
Współczynnik wpływu sztywności pala	$R_k = 1,00$
Współczynnik wpływu warstwy nieściśliwej	$R_h = 1,00$
Współczynnik korygujący wsp. Poisson'a	$R_v = 0,91$



### Analiza Nr 1

#### Dane wejściowe do obliczeń poziomej nośności pala

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Nośność pozioma pala została wyznaczona w kierunku max. wpływu obciążenia.

#### Maksymalne siły wewnętrzne i przemieszczenia :

Przemieszczenie głowy pala	= -1,4 mm
Max. przemieszczenie pala	= 1,4 mm
Max. siła tnąca	= 47,57 kN
Maksymalny moment	= 93,57 kNm

#### Sprawdzenie przekroju na zginanie ze ściskaniem:

Zbrojenie - 12 szt. średn. 20,0 mm; otulina 100,0 mm

Rodzaj konstrukcji (stopień zbrojenia) : pal

Stopień zbrojenia  $\rho = 0,480 \% > 0,318 \% = \rho_{min}$

Obciążenie :  $N_{Ed} = -5,23$  kN (ściskanie) ;  $M_{Ed} = 93,57$  kNm

Nośność :  $N_{Rd} = -36,83$  kN;  $M_{Rd} = 658,97$  kNm

**Wyznaczone zbrojenie pala SPEŁNIA WYMAGANIA**

#### Sprawdzenie przekroju na ścinanie:

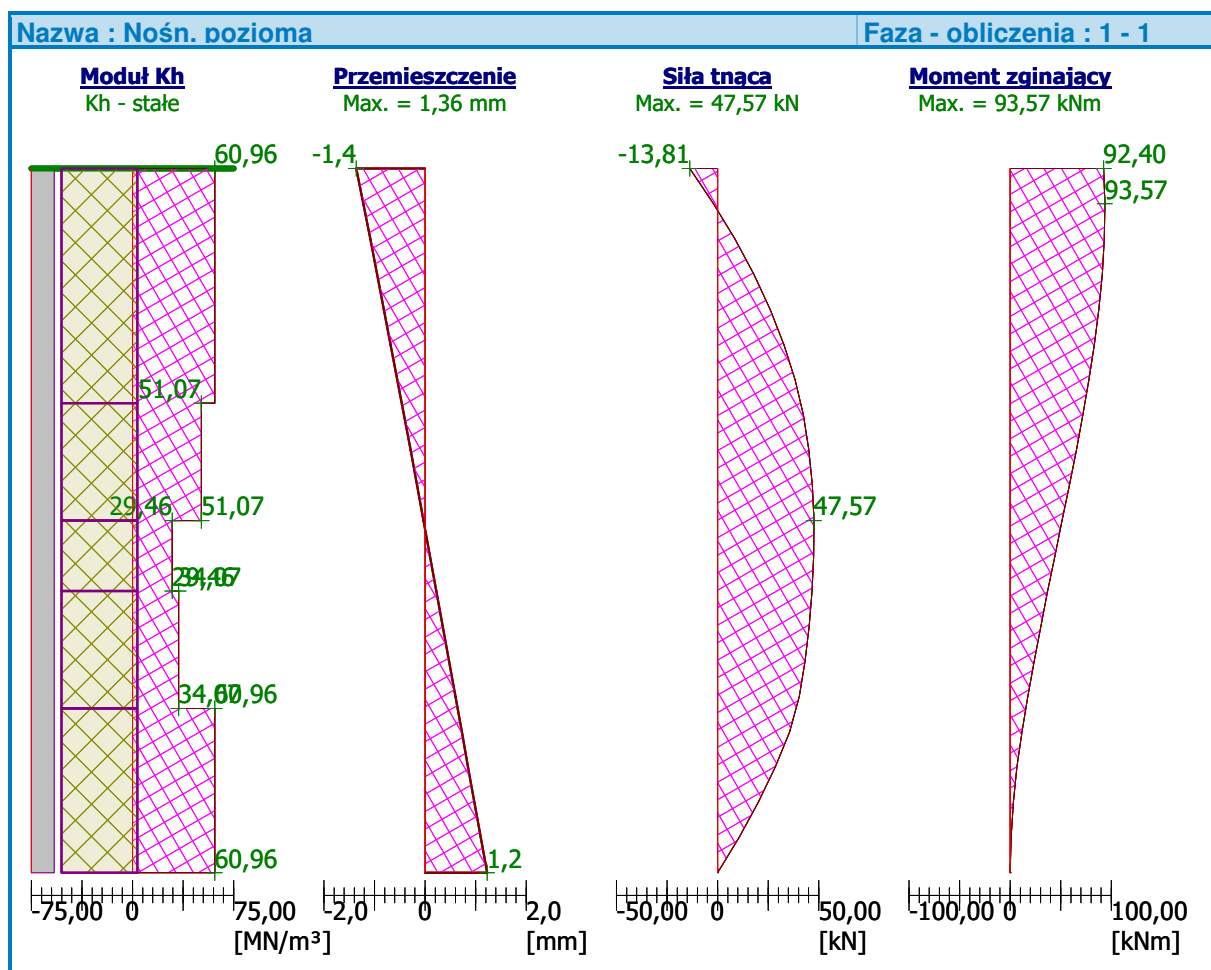
Zbrojenie na ścinanie - przekrój 8,0 mm; rozstaw 200,0 mm

Graniczna siła tnąca:  $V_{Rd} = 227,12$  kN  $> 47,57$  kN =  $V_{Ed}$

**Przekrój SPEŁNIA wymagania.**



tylko minimalne zbrojenie na ścinanie



### A3. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE PALA FUNDAMENTOWEGO POD SŁUP O NACIĄGU 15kN.

#### Analiza pala

#### Dane wejściowe

#### Projekt

Data : 05.08.2013

#### Ustawienia

Polska - EN 1997

#### Materiały i normy

Konstrukcje betonowe :

Współczynniki EN 1992-1-1 :

Konstrukcje stalowe :

Współczynnik częściowy nośności przekroju stalowego :

Konstrukcje drewniane :

Współczynnik częściowy do parametrów drewna :

Współczynnik wpływu obciążenia i wilgotności (drewno) :

Współczynnik szerokości efektywnej przekroju w ścinaniu (drewno) :

EN 1992-1-1 (EC2)

domyślne

EN 1993-1-1 (EC3)

$\gamma_{M0} = 1,00$

EN 1995-1-1 (EC5)

$\gamma_M = 1,30$

$k_{mod} = 0,50$

$k_{Cr} = 0,67$

## Pale

Obliczenia w warunkach z odpływem : NAVFAC DM 7.2  
Krzywa obciążeniowa : liniowa (Poulos)  
Nośność pozioma : półprzestrzeń sprężysta  
Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997  
Podejście obliczeniowe : 2 - redukcja oddziaływań i oporów

Współczynniki częściowe do oddziaływań (A)			
Trwała sytuacja obliczeniowa			
		Niekorzystne	Korzystne
Oddziaływania stałe :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R)			
Trwała sytuacja obliczeniowa			
Wsp. częściowy do nośności poboczniczy pali wciskanych :	$\gamma_s =$	1,10 [-]	
Wsp. częściowy do nośności podstawy pala :	$\gamma_b =$	1,10 [-]	
Wsp. częściowy do nośności pali wyciąganych :	$\gamma_{st} =$	1,15 [-]	

## Geometria konstrukcji

Profil pala: kołowy

### Wymiary

Średnica  $d = 1,00$  m

Długość  $l = 3,00$  m

### Wyznaczone charakterystyki przekroju

Powierzchnia  $A = 7,85E-01$  m<sup>2</sup>

Moment bezwładności  $I = 4,91E-02$  m<sup>4</sup>

### Lokalizacja

Wysokość ponad gruntem  $h = 0,00$  m

Głębokość terenu po modyfikacji  $h_z = 0,00$  m

Technologia : Pale CFA

Przyjęto stały moduł reakcji podłoża.

## Materiał konstrukcji

Ciężar objętościowy  $\gamma = 23,00$  kN/m<sup>3</sup>

Obliczenia konstrukcji betonowych przeprowadzono z wykorzystaniem normy EN 1992-1-1 (EC2).

### Beton : C 25/30

Wytrzymałość na ściskanie  $f_{ck} = 25,00$  MPa

Wytrzymałość na rozciąganie  $f_{ctm} = 2,60$  MPa

Moduł sprężystości  $E_{cm} = 31000,00$  MPa

Moduł sprężystości poprzecznej  $G = 12917,00$  MPa

### Zbrojenie podłużne : B500

Granica plastyczności  $f_{yk} = 500,00$  MPa

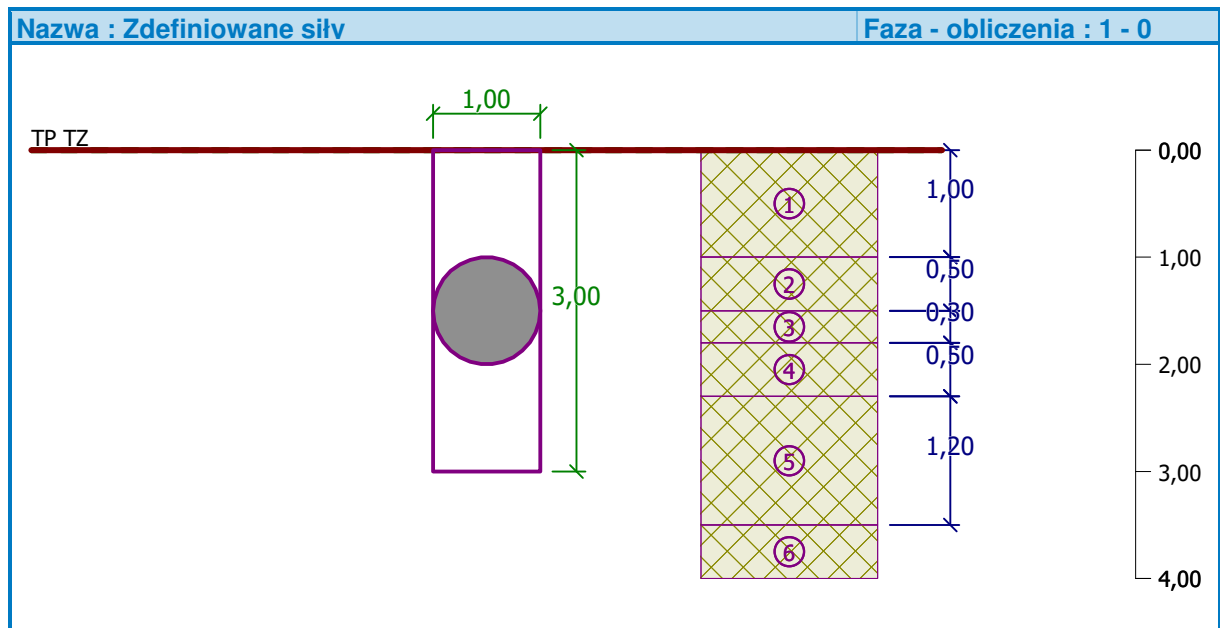
## Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Nr	Warstwa [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
1	1,00	Pd ID=0.6	
2	0,50	Pd ID=0.5	
3	0,30	Pg IL=0.25	
4	0,50	Pg IL=0.20	

Nr	Warstwa [m]	Przyporządkowany grunt	Szraflura
5	1,20	Pd ID=0.6	
6	-	Pg IL=0.10	

#### Obciążenie

Nr	Obciążenie		Nazwa	Rodzaj	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]
	nowe	zmiana							
1	Tak		Siła Nr 1	Obliczeniowe	5,70	113,50	0,00	0,00	16,82



#### Globalne ustawienia obliczeń

Analiza nośności pionowej : rozwiązanie analityczne  
Rodzaj obliczeń : obliczenia w warunkach z odpływem

#### Ustawienia obliczeń fazy

Sytuacja obliczeniowa : trwała  
Metodyka obliczeń : bez redukcji danych wejściowych

#### Analiza Nr 1

##### Analiza nośności pionowej pała, według NAVFAC DM 7.2 - wyniki pośrednie

Wyznaczenie nośności podstawy pała:  
Grunt pod podstawą pała jest niespoisty  
Współczynnik nośności  $N_q = 12,00$   
Powierzchnia przekroju poprzecznego pała  $A_p = 7,85E-01 \text{ m}^2$   
Nośność pobocznic pała:

Głębokość [m]	Grubość [m]	$c_{ud}$ [kPa]	$\alpha$ [-]	$k_{dc}$ [-]	$\delta$ [°]	$\sigma_{or}$ [kPa]	$R_{si}$ [kN]
0,00	-	-	-	-	-	0,00	-
1,00	1,00	-	-	1,31	23,25	8,75	14,06
1,00	-	-	-	-	-	8,75	-
1,50	0,50	-	-	1,28	22,50	17,50	13,23
1,50	-	-	-	-	-	17,50	-
1,80	0,30	28,00	0,95	-	-	17,50	22,79

Głębokość [m]	Grubość [m]	$c_{ud}$ [kPa]	$\alpha$ [-]	$k_{dc}$ [-]	$\delta$ [°]	$\sigma_{or}$ [kPa]	$R_{si}$ [kN]
1,80	-	-	-	-	-	17,50	-
2,30	0,50	32,00	0,87	-	-	17,50	39,76
2,30	-	-	-	-	-	17,50	-
3,00	0,70	-	-	1,31	23,25	17,50	19,69

#### Obliczenie nośności pionowej : NAVFAC DM 7.2

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Współczynnik obliczenia głębokości krytycznej  $k_{dc} = 1,00$

Analiza pała ściskanego:

Najniekorzystniejszy stan obciążeniowy nr 1. (Siła Nr 1)

Nośność pobocznic pała  $R_s = 109,52 \text{ kN}$

Nośność podstawy pała  $R_b = 473,81 \text{ kN}$

Nośność pała  $R_c = 583,33 \text{ kN}$

Pionowa siła obliczeniowa  $V_d = 5,70 \text{ kN}$

$$R_c = 583,33 \text{ kN} > 5,70 \text{ kN} = V_d$$

**Nośność pionowa pała SPEŁNIA WYMAGANIA**

#### Analiza Nr 1

Obliczenia krzywej obciążeniowej - dane wejściowe

Warst wa nr	$E_s$ [MPa]
1	15,00
2	22,00
3	15,00
4	15,00
5	15,00

Graniczne osiadanie pała  $s_{lim} = 15,0 \text{ mm}$

Obliczenia krzywej obciążeniowej - wyniki pośrednie

Współczynnik korygujący sztywności gruntu  $C_k = 0,99$

Współczynnik korygujący wsp. Poisson'a  $C_v = 0,80$

Współczynnik korygujący sztywności gruntu  $C_b = 1,16$

Współczynnik korygujący przek. obc. nieśc. pała  $\beta_0 = 0,51$

Współczynnik przekazywania obciążenia do podstawy  $\beta = 0,46$

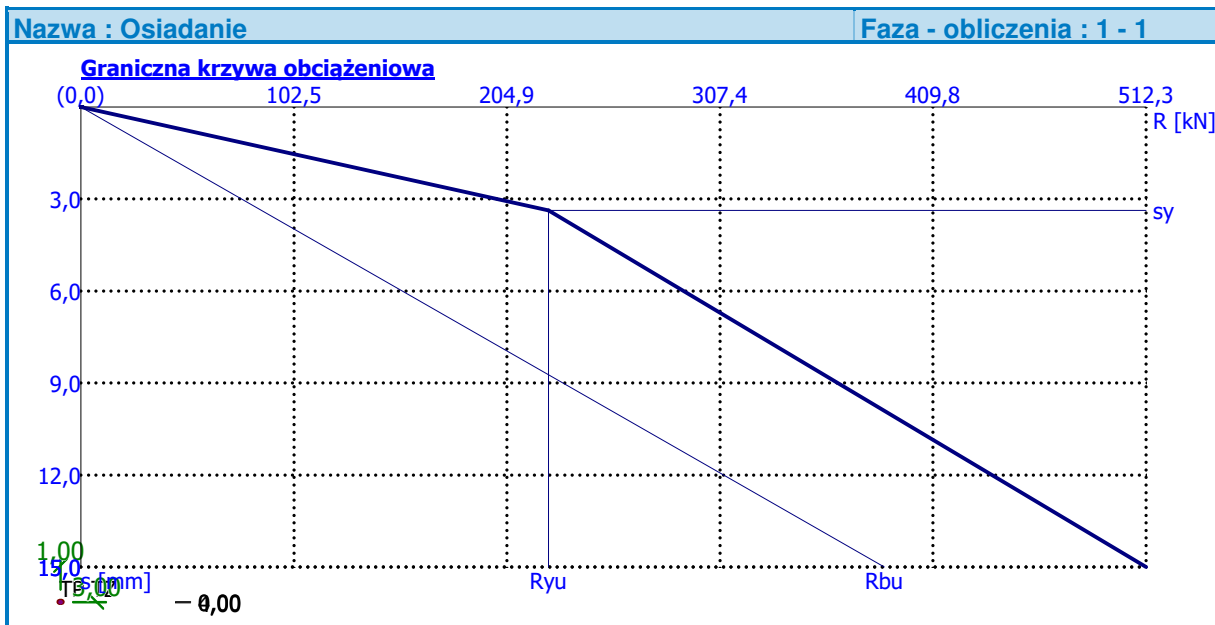
Współczynniki wpływu osiadania :

Podstawowy - zależny od stosunku  $l/d$   $I_0 = 0,27$

Współczynnik wpływu sztywności pała  $R_k = 1,00$

Współczynnik wpływu warstwy nieściśliwej  $R_h = 1,00$

Współczynnik korygujący wsp. Poisson'a  $R_v = 0,91$



## Analiza Nr 1

### Dane wejściowe do obliczeń poziomej nośności pala

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Nośność pozioma pala została wyznaczona w kierunku max. wpływu obciążenia.

### Maksymalne siły wewnętrzne i przemieszczenia :

Przemieszczenie głowicy pala = -1,7 mm  
 Max. przemieszczenie pala = 1,7 mm  
 Max. siła tnąca = 58,40 kN  
 Maksymalny moment = 114,92 kNm

### Sprawdzenie przekroju na zginanie ze ściskaniem:

Zbrojenie - 12 szt. średn. 20,0 mm; otulina 100,0 mm  
 Rodzaj konstrukcji (stopień zbrojenia) : pal  
 Stopień zbrojenia  $\rho = 0,480 \% > 0,318 \% = \rho_{\min}$   
 Obciążenie :  $N_{Ed} = -5,70 \text{ kN}$  (ściskanie) ;  $M_{Ed} = 114,92 \text{ kNm}$   
 Nośność :  $N_{Rd} = -32,61 \text{ kN}$ ;  $M_{Rd} = 657,53 \text{ kNm}$

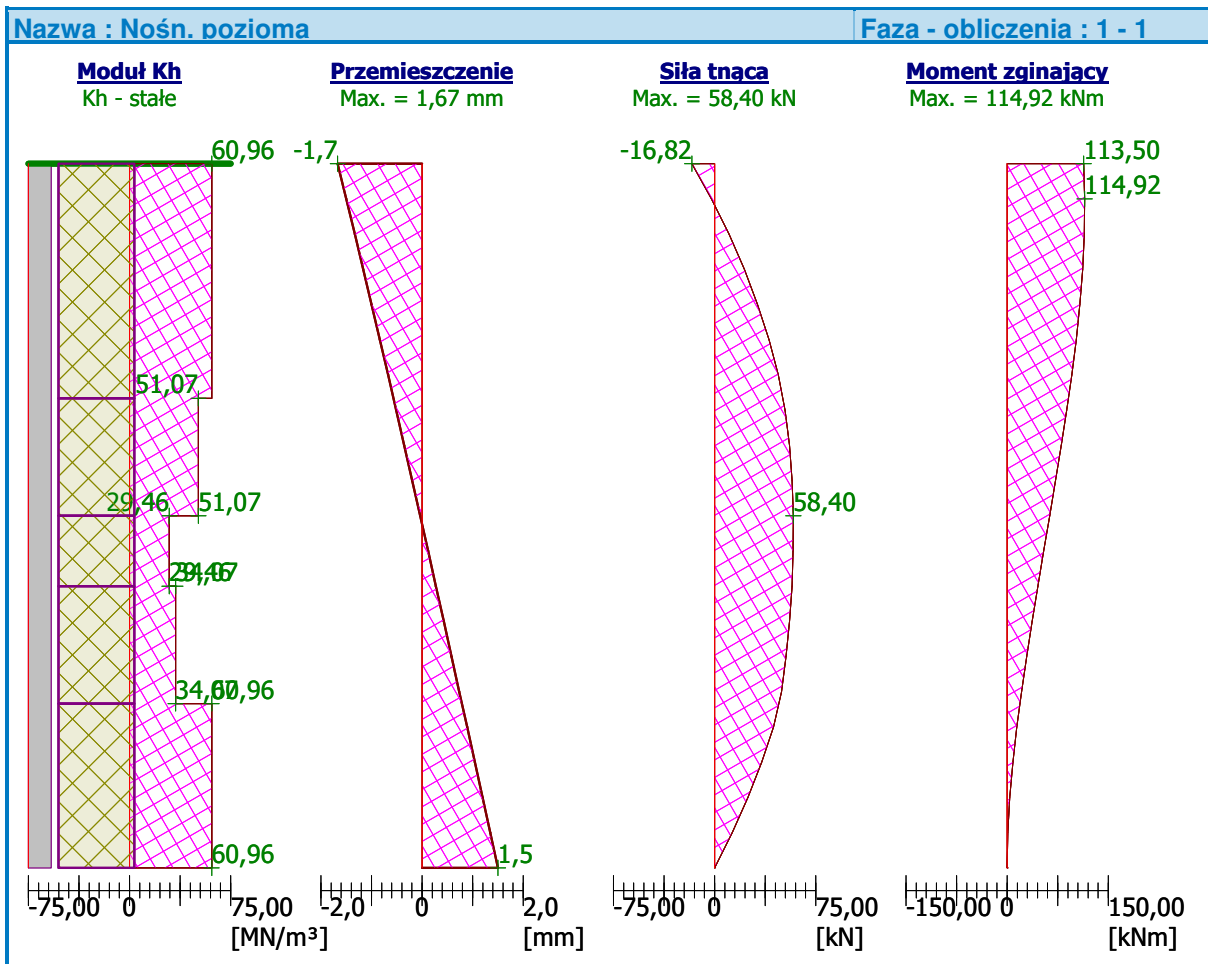
**Wyznaczone zbrojenie pala SPEŁNIA WYMAGANIA**

### Sprawdzenie przekroju na ścinanie:

Zbrojenie na ścinanie - przekrój 8,0 mm; rozstaw 200,0 mm  
 Graniczna siła tnąca:  $V_{Rd} = 227,19 \text{ kN} > 58,40 \text{ kN} = V_{Ed}$

**Przekrój SPEŁNIA wymagania.**

tylko minimalne zbrojenie na ścinanie



#### A4. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE PALA FUNDAMENTOWEGO POD SŁUP O NACIĄGU 20kN.

##### Analiza pala

##### Dane wejściowe

##### Projekt

Data : 05.08.2013

##### Ustawienia

Polska - EN 1997

##### Materiały i normy

Konstrukcje betonowe :

Współczynniki EN 1992-1-1 :

Konstrukcje stalowe :

Współczynnik częściowy nośności przekroju stalowego :

Konstrukcje drewniane :

Współczynnik częściowy do parametrów drewna :

Współczynnik wpływu obciążenia i wilgotności (drewno) :

Współczynnik szerokości efektywnej przekroju w ścinaniu (drewno) :

EN 1992-1-1 (EC2)

domyślne

EN 1993-1-1 (EC3)

$\gamma_{M0} = 1,00$

EN 1995-1-1 (EC5)

$\gamma_M = 1,30$

$k_{mod} = 0,50$

$k_{cr} = 0,67$

##### Pale

Obliczenia w warunkach z odpływem : NAVFAC DM 7.2

Krzywa obciążeniowa : liniowa (Poulos)  
 Nośność pozioma : półprzestrzeń sprężysta  
 Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997  
 Podejście obliczeniowe : 2 - redukcja oddziaływań i oporów

Współczynniki częściowe do oddziaływań (A)			
Trwała sytuacja obliczeniowa			
		Niekorzystne	Korzystne
Oddziaływania stałe :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R)			
Trwała sytuacja obliczeniowa			
Wsp. częściowy do nośności poboczniczy pali wciskanych :	$\gamma_s =$	1,10 [-]	
Wsp. częściowy do nośności podstawy pala :	$\gamma_b =$	1,10 [-]	
Wsp. częściowy do nośności pali wyciąganych :	$\gamma_{st} =$	1,15 [-]	

### Geometria konstrukcji

Profil pala: kołowy

#### Wymiary

Średnica  $d = 1,00$  m

Długość  $l = 3,50$  m

#### Wyznaczone charakterystyki przekroju

Powierzchnia  $A = 7,85E-01$  m<sup>2</sup>

Moment bezwładności  $I = 4,91E-02$  m<sup>4</sup>

#### Lokalizacja

Wysokość ponad gruntem  $h = 0,00$  m

Głębokość terenu po modyfikacji  $h_z = 0,00$  m

Technologia : Pale CFA

Przyjęto stały moduł reakcji podłoża.

### Materiał konstrukcji

Ciężar objętościowy  $\gamma = 23,00$  kN/m<sup>3</sup>

Obliczenia konstrukcji betonowych przeprowadzono z wykorzystaniem normy EN 1992-1-1 (EC2).

#### Beton : C 25/30

Wytrzymałość na ściskanie  $f_{ck} = 25,00$  MPa

Wytrzymałość na rozciąganie  $f_{ctm} = 2,60$  MPa

Moduł sprężystości  $E_{cm} = 31000,00$  MPa


Moduł sprężystości poprzecznej  $G = 12917,00$  MPa

#### Zbrojenie podłużne : B500

Granica plastyczności  $f_{yk} = 500,00$  MPa

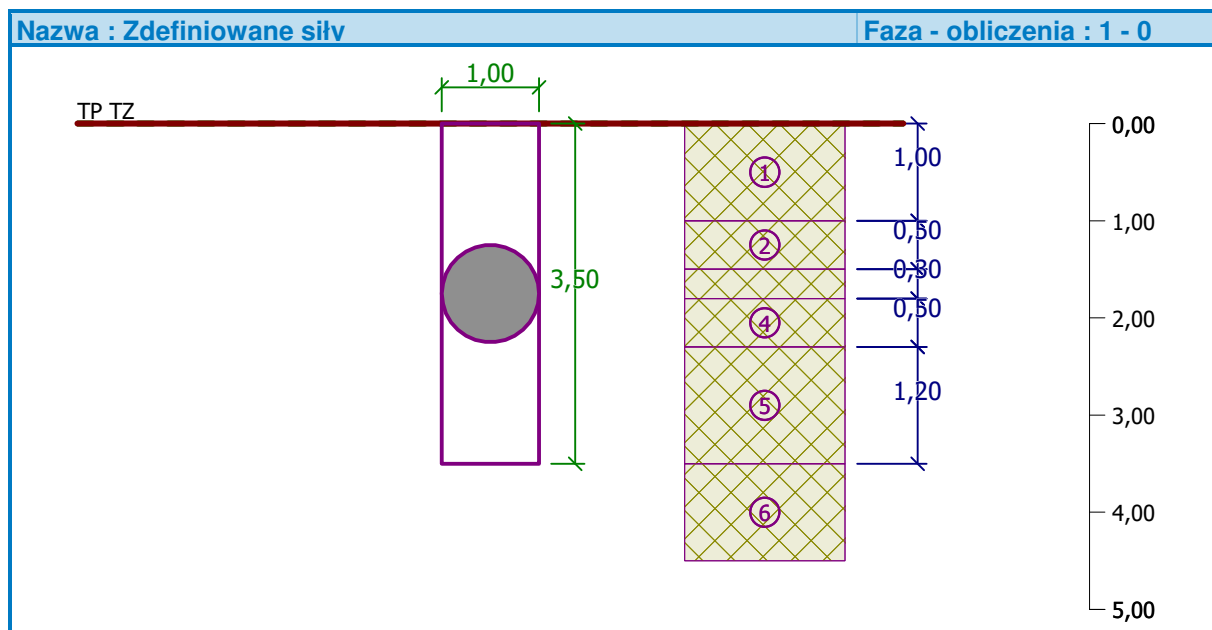
### Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Nr	Warstwa [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
1	1,00	Pd ID=0.6	
2	0,50	Pd ID=0.5	
3	0,30	Pg IL=0.25	
4	0,50	Pg IL=0.20	
5	1,20	Pd ID=0.6	

Nr	Warstwa [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
6	-	Pg IL=0.10	

#### Obciążenie

Nr	Obciążenie nowe	zmiana	Nazwa	Rodzaj	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]
1	Tak		Siła Nr 1	Obliczeniowe	6,67	149,20	0,00	0,00	21,97



#### Globalne ustawienia obliczeń

Analiza nośności pionowej : rozwiązanie analityczne  
Rodzaj obliczeń : obliczenia w warunkach z odpływem

#### Ustawienia obliczeń fazy

Sytuacja obliczeniowa : trwała  
Metodyka obliczeń : bez redukcji danych wejściowych

#### Analiza Nr 1

##### Analiza nośności pionowej pała, według NAVFAC DM 7.2 - wyniki pośrednie

Wyznaczenie nośności podstawy pała:

Grunt pod podstawą pała jest spoisty

Obliczeniowa wytrzymałość na ścinanie bez odpływu  $c_u = 36,00$  kPa

Powierzchnia przekroju poprzecznego pała  $A_p = 7,85E-01$  m<sup>2</sup>

Nośność pobocznic pała:

Głębokość [m]	Grubość [m]	$c_{ud}$ [kPa]	$\alpha$ [-]	$k_{dc}$ [-]	$\delta$ [°]	$\sigma_{or}$ [kPa]	$R_{si}$ [kN]
0,00	-	-	-	-	-	0,00	-
1,00	1,00	-	-	1,31	23,25	8,75	14,06
1,00	-	-	-	-	-	8,75	-
1,50	0,50	-	-	1,28	22,50	17,50	13,23
1,50	-	-	-	-	-	17,50	-
1,80	0,30	28,00	0,95	-	-	17,50	22,79
1,80	-	-	-	-	-	17,50	-
2,30	0,50	32,00	0,87	-	-	17,50	39,76



Głębokość [m]	Grubość [m]	$c_{ud}$ [kPa]	$\alpha$ [°]	$k_{dc}$ [°]	$\delta$ [°]	$\sigma_{or}$ [kPa]	$R_{si}$ [kN]
2,30	-	-	-	-	-	17,50	-
3,50	1,20	-	-	1,31	23,25	17,50	33,75

#### Obliczenie nośności pionowej : NAVFAC DM 7.2

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Współczynnik obliczenia głębokości krytycznej  $k_{dc} = 1,00$

Analiza pala ściskanego:

Najniekorzystniejszy stan obciążeniowy nr 1. (Siła Nr 1)

Nośność poboczniczy pala  $R_s = 123,58 \text{ kN}$

Nośność podstawy pala  $R_b = 231,34 \text{ kN}$

Nośność pala  $R_c = 354,92 \text{ kN}$

Pionowa siła obliczeniowa  $V_d = 6,67 \text{ kN}$

$$R_c = 354,92 \text{ kN} > 6,67 \text{ kN} = V_d$$

#### Nośność pionowa SPEŁNIA WYMAGANIA

#### Analiza Nr 1

##### Obliczenia krzywej obciążeniowej - dane wejściowe

Warst wa nr	$E_s$ [MPa]
1	15,00
2	22,00
3	15,00
4	15,00
5	15,00

Graniczne osiadanie pala  $s_{lim} = 15,0 \text{ mm}$

##### Obliczenia krzywej obciążeniowej - wyniki pośrednie

Współczynnik korygujący sztywności gruntu  $C_k = 0,99$

Współczynnik korygujący wsp. Poisson'a  $C_v = 0,80$

Współczynnik korygujący sztywności gruntu  $C_b = 1,13$

Współczynnik korygujący przek. obc. nieśc. pala  $\beta_0 = 0,43$

Współczynnik przekazywania obciążenia do podstawy  $\beta = 0,38$

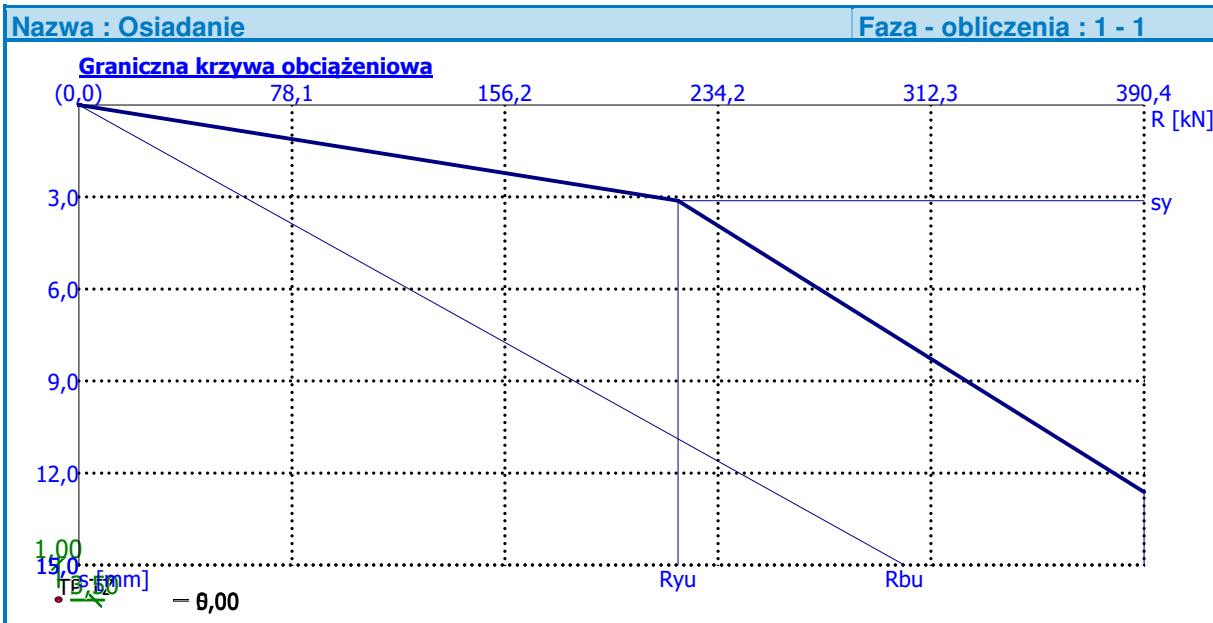
Współczynniki wpływu osiadania :

Podstawowy - zależny od stosunku  $l/d$   $I_0 = 0,25$

Współczynnik wpływu sztywności pala  $R_k = 1,00$

Współczynnik wpływu warstwy nieściśliwej  $R_h = 1,00$

Współczynnik korygujący wsp. Poisson'a  $R_v = 0,91$



## Analiza Nr 1

### Dane wejściowe do obliczeń poziomej nośności pala

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Nośność pozioma pala została wyznaczona w kierunku max. wpływu obciążenia.

### Maksymalne siły wewnętrzne i przemieszczenia :

Przemieszczenie głowicy pala = -1,7 mm  
 Max. przemieszczenie pala = 1,7 mm  
 Max. siła tnąca = 66,94 kN  
 Maksymalny moment = 151,50 kNm

### Sprawdzenie przekroju na zginanie ze ściskaniem:

Zbrojenie - 12 szt. średn. 20,0 mm; otulina 100,0 mm  
 Rodzaj konstrukcji (stopień zbrojenia) : pal  
 Stopień zbrojenia  $\rho = 0,480 \% > 0,318 \% = \rho_{\min}$   
 Obciążenie :  $N_{Ed} = -6,67 \text{ kN}$  (ściskanie) ;  $M_{Ed} = 151,50 \text{ kNm}$   
 Nośność :  $N_{Rd} = -28,89 \text{ kN}$ ;  $M_{Rd} = 656,25 \text{ kNm}$

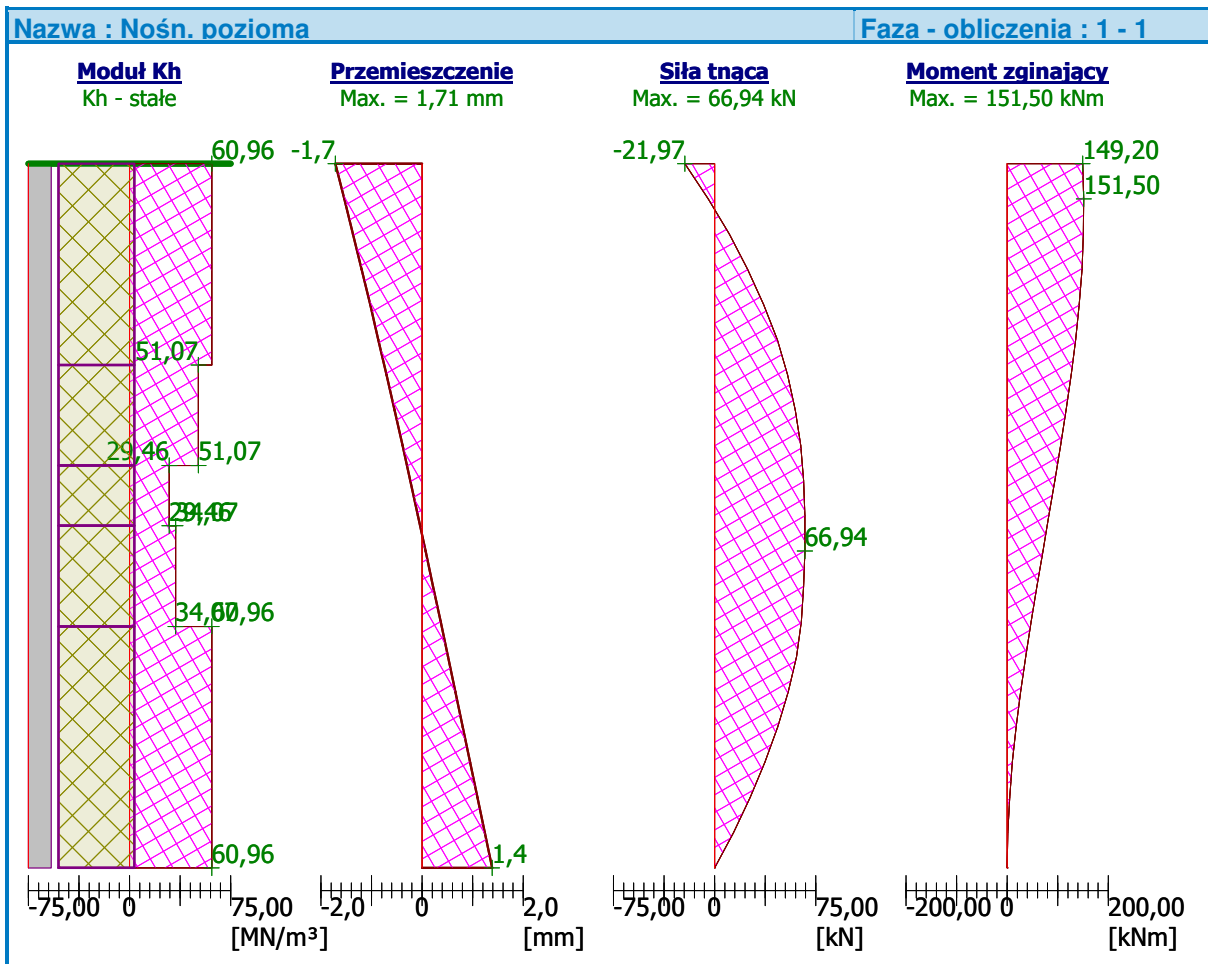
**Wyznaczone zbrojenie pala SPEŁNIA WYMAGANIA**

### Sprawdzenie przekroju na ścinanie:

Zbrojenie na ścinanie - przekrój 8,0 mm; rozstaw 200,0 mm  
 Graniczna siła tnąca:  $V_{Rd} = 227,33 \text{ kN} > 66,94 \text{ kN} = V_{Ed}$

**Przekrój SPEŁNIA wymagania.**

tylko minimalne zbrojenie na ścinanie



## A5. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE PALA FUNDAMENTOWEGO POD SŁUP O NACIĄGU 25kN.

### Analiza pala

### Dane wejściowe

#### Projekt

Data : 05.08.2013

#### Ustawienia

Polska - EN 1997

#### Materiały i normy

Konstrukcje betonowe :

Współczynniki EN 1992-1-1 :

Konstrukcje stalowe :

Współczynnik częściowy nośności przekroju stalowego :

Konstrukcje drewniane :

Współczynnik częściowy do parametrów drewna :

Współczynnik wpływu obciążenia i wilgotności (drewno) :

Współczynnik szerokości efektywnej przekroju w ścinaniu (drewno) :

EN 1992-1-1 (EC2)

domyślne

EN 1993-1-1 (EC3)

$\gamma_{M0} = 1,00$

EN 1995-1-1 (EC5)

$\gamma_M = 1,30$

$k_{mod} = 0,50$

$k_{cr} = 0,67$

#### Pale

Obliczenia w warunkach z odpływem : NAVFAC DM 7.2

Krzywa obciążeniowa : liniowa (Poulos)  
 Nośność pozioma : półprzestrzeń sprężysta  
 Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997  
 Podejście obliczeniowe : 2 - redukcja oddziaływań i oporów

Współczynniki częściowe do oddziaływań (A)			
Trwała sytuacja obliczeniowa			
		Niekorzystne	Korzystne
Oddziaływania stałe :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R)			
Trwała sytuacja obliczeniowa			
Wsp. częściowy do nośności poboczniczy pali wciskanych :	$\gamma_s =$	1,10 [-]	
Wsp. częściowy do nośności podstawy pala :	$\gamma_b =$	1,10 [-]	
Wsp. częściowy do nośności pali wyciąganych :	$\gamma_{st} =$	1,15 [-]	

### Geometria konstrukcji

Profil pala: kołowy

#### Wymiary

Średnica  $d = 1,00$  m

Długość  $l = 4,00$  m

#### Wyznaczone charakterystyki przekroju

Powierzchnia  $A = 7,85E-01$  m<sup>2</sup>

Moment bezwładności  $I = 4,91E-02$  m<sup>4</sup>

#### Lokalizacja

Wysokość ponad gruntem  $h = 0,00$  m

Głębokość terenu po modyfikacji  $h_z = 0,00$  m

Technologia : Pale CFA

Przyjęto stały moduł reakcji podłoża.

### Materiał konstrukcji

Ciężar objętościowy  $\gamma = 23,00$  kN/m<sup>3</sup>

Obliczenia konstrukcji betonowych przeprowadzono z wykorzystaniem normy EN 1992-1-1 (EC2).

#### Beton : C 25/30

Wytrzymałość na ściskanie  $f_{ck} = 25,00$  MPa

Wytrzymałość na rozciąganie  $f_{ctm} = 2,60$  MPa

Moduł sprężystości  $E_{cm} = 31000,00$  MPa


Moduł sprężystości poprzecznej  $G = 12917,00$  MPa

#### Zbrojenie podłużne : B500

Granica plastyczności  $f_{yk} = 500,00$  MPa

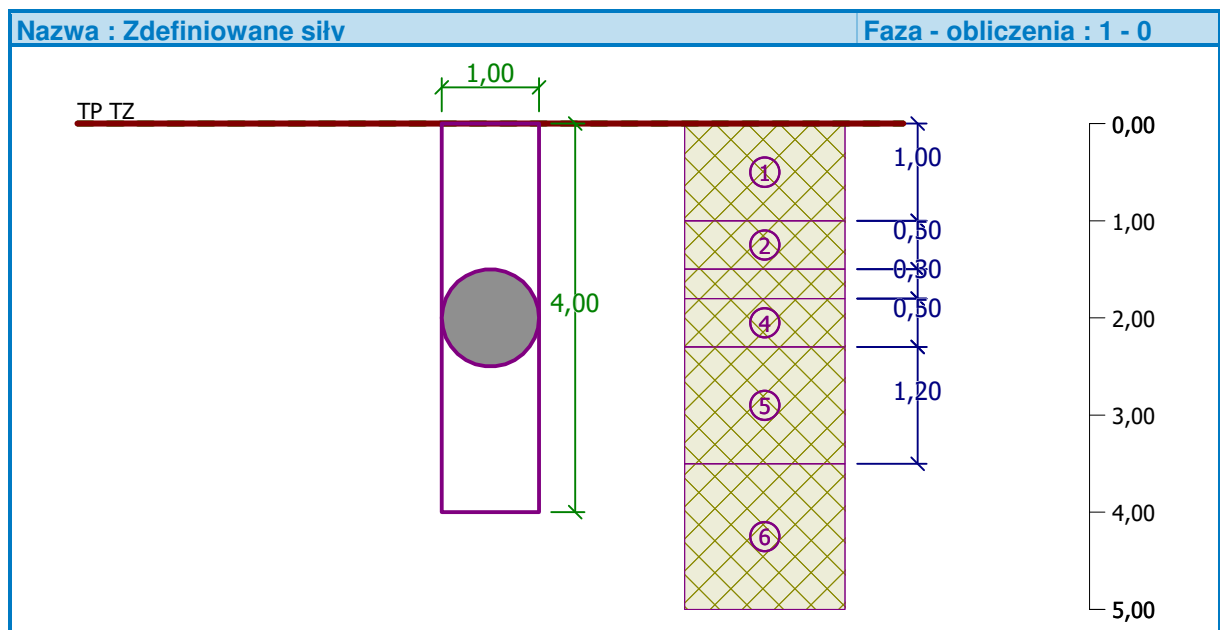
### Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

Nr	Warstwa [m]	Przyporządkowany grunt	Szrafura
1	1,00	Pd ID=0.6	
2	0,50	Pd ID=0.5	
3	0,30	Pg IL=0.25	
4	0,50	Pg IL=0.20	
5	1,20	Pd ID=0.6	

Nr	Warstwa [m]	Przyporządkowany grunt	Szraflura
6	-	Pg IL=0.10	

#### Obciążenie

Nr	Obciążenie nowe	zmiana	Nazwa	Rodzaj	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]
1	Tak		Siła Nr 1	Obliczeniowe	8,63	184,20	0,00	0,00	26,97



#### Globalne ustawienia obliczeń

Analiza nośności pionowej : rozwiązanie analityczne  
Rodzaj obliczeń : obliczenia w warunkach z odpływem

#### Ustawienia obliczeń fazy

Sytuacja obliczeniowa : trwała  
Metodyka obliczeń : bez redukcji danych wejściowych

#### Analiza Nr 1

##### Analiza nośności pionowej pała, według NAVFAC DM 7.2 - wyniki pośrednie

Wyznaczenie nośności podstawy pała:

Grunt pod podstawą pała jest spoisty

Obliczeniowa wytrzymałość na ścinanie bez odpływu  $c_u = 36,00$  kPa

Powierzchnia przekroju poprzecznego pała  $A_p = 7,85E-01$  m<sup>2</sup>

Nośność pobocznic pała:

Głębokość [m]	Grubość [m]	$c_{ud}$ [kPa]	$\alpha$ [-]	$k_{dc}$ [-]	$\delta$ [°]	$\sigma_{or}$ [kPa]	$R_{si}$ [kN]
0,00	-	-	-	-	-	0,00	-
1,00	1,00	-	-	1,31	23,25	8,75	14,06
1,00	-	-	-	-	-	8,75	-
1,50	0,50	-	-	1,28	22,50	17,50	13,23
1,50	-	-	-	-	-	17,50	-
1,80	0,30	28,00	0,95	-	-	17,50	22,79
1,80	-	-	-	-	-	17,50	-
2,30	0,50	32,00	0,87	-	-	17,50	39,76

Głębokość [m]	Grubość [m]	$c_{ud}$ [kPa]	$\alpha$ [°]	$k_{dc}$ [°]	$\delta$ [°]	$\sigma_{or}$ [kPa]	$R_{si}$ [kN]
2,30	-	-	-	-	-	17,50	-
3,50	1,20	-	-	1,31	23,25	17,50	33,75
3,50	-	-	-	-	-	17,50	-
4,00	0,50	36,00	0,80	-	-	17,50	41,13

#### Obliczenie nośności pionowej : NAVFAC DM 7.2

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Współczynnik obliczenia głębokości krytycznej  $k_{dc} = 1,00$

Analiza pała ściskanego:

Najniekorzystniejszy stan obciążeniowy nr 1. (Siła Nr 1)

Nośność pobocznic pała  $R_s = 164,71$  kN

Nośność podstawy pała  $R_b = 231,34$  kN

Nośność pała  $R_c = 396,04$  kN

Pionowa siła obliczeniowa  $V_d = 8,63$  kN

$$R_c = 396,04 \text{ kN} > 8,63 \text{ kN} = V_d$$

**Nośność pionowa pała SPEŁNIA WYMAGANIA**

#### Analiza Nr 1

Obliczenia krzywej obciążeniowej - dane wejściowe

Warst wa nr	$E_s$ [MPa]
1	15,00
2	22,00
3	15,00
4	15,00
5	15,00
6	15,00

Graniczne osiadanie pała  $s_{lim} = 15,0$  mm

Obliczenia krzywej obciążeniowej - wyniki pośrednie

Współczynnik korygujący sztywności gruntu  $C_k = 0,99$

Współczynnik korygujący wsp. Poisson'a  $C_v = 0,80$

Współczynnik korygujący sztywności gruntu  $C_b = 0,79$

Współczynnik korygujący przek. obc. nieśc. pała  $\beta_0 = 0,34$

Współczynnik przekazywania obciążenia do podstawy  $\beta = 0,21$

Współczynniki wpływu osiadania :

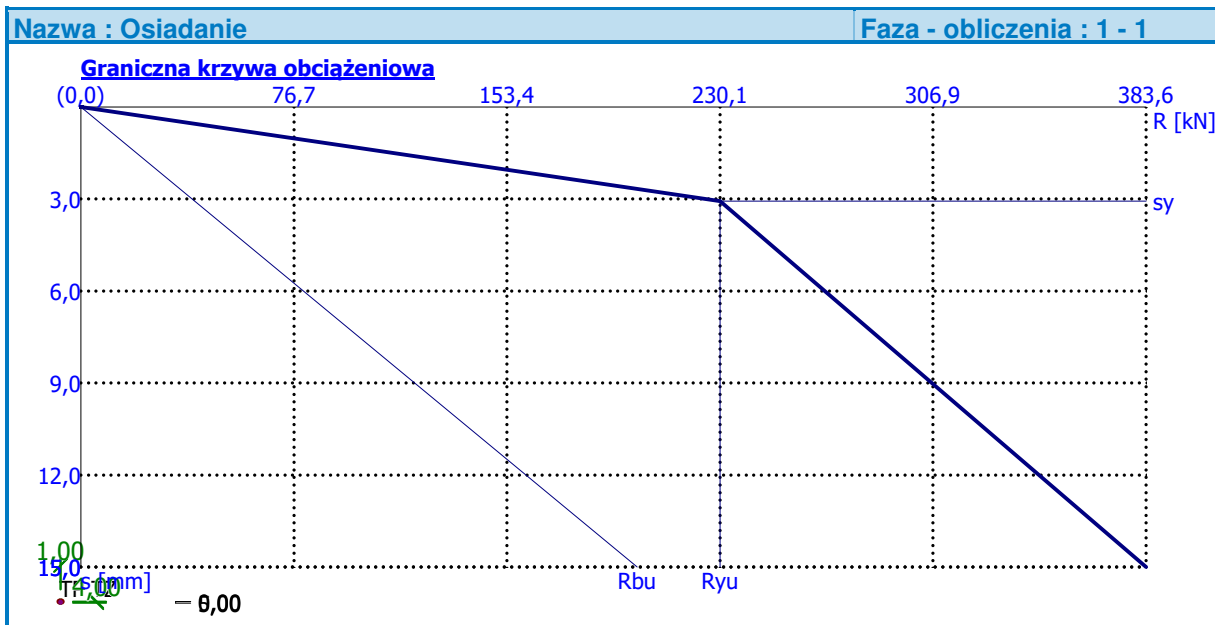
Podstawowy - zależny od stosunku  $l/d$   $I_0 = 0,23$

Współczynnik wpływu sztywności pała  $R_k = 1,00$

Współczynnik wpływu warstwy nieściśliwej  $R_h = 1,00$

Współczynnik korygujący wsp. Poisson'a  $R_v = 0,91$





## Analiza Nr 1

### Dane wejściowe do obliczeń poziomej nośności pala

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Nośność pozioma pala została wyznaczona w kierunku max. wpływu obciążenia.

### Maksymalne siły wewnętrzne i przemieszczenia :

Przemieszczenie głowy pala = -1,8 mm  
 Max. przemieszczenie pala = 1,8 mm  
 Max. siła tnąca = 74,73 kN  
 Maksymalny moment = 187,47 kNm

### Sprawdzenie przekroju na zginanie ze ściskaniem:

Zbrojenie - 12 szt. średn. 20,0 mm; otulina 100,0 mm

Rodzaj konstrukcji (stopień zbrojenia) : pal

Stopień zbrojenia  $\rho = 0,480 \% > 0,318 \% = \rho_{\min}$

Obciążenie :  $N_{Ed} = -8,63 \text{ kN}$  (ściskanie) ;  $M_{Ed} = 187,47 \text{ kNm}$

Nośność :  $N_{Rd} = -30,23 \text{ kN}$ ;  $M_{Rd} = 656,71 \text{ kNm}$

**Wyznaczone zbrojenie pala SPEŁNIA WYMAGANIA**

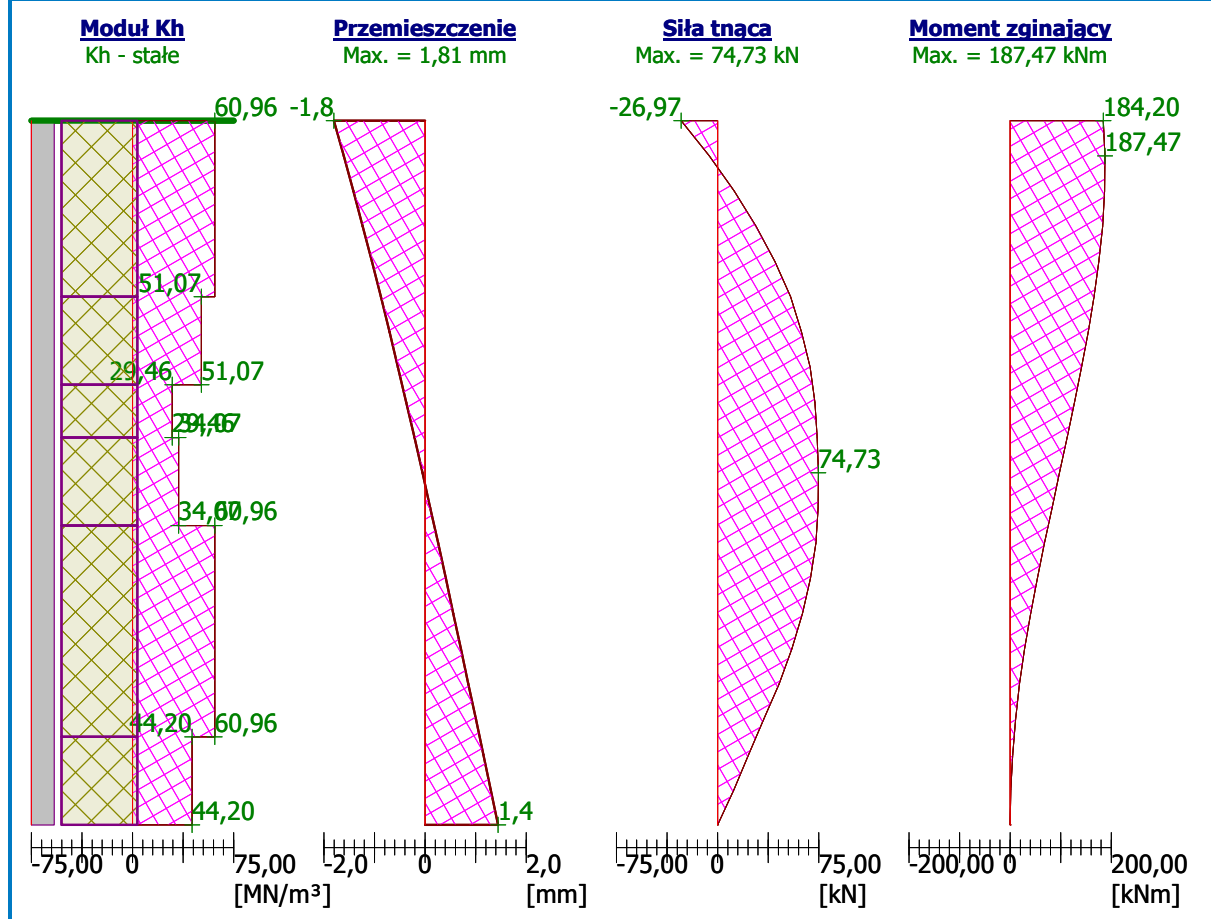
### Sprawdzenie przekroju na ścinanie:

Zbrojenie na ścinanie - przekrój 8,0 mm; rozstaw 200,0 mm

Graniczna siła tnąca:  $V_{Rd} = 227,63 \text{ kN} > 74,73 \text{ kN} = V_{Ed}$

**Przekrój SPEŁNIA wymagania.**

tylko minimalne zbrojenie na ścinanie



Ze względów konstrukcyjnych oraz z powodu przekroju pierścieniowego korony pała fundamentowego przyjęto zbrojenie 12 prętami o średnicy 20mm.

**mgr inż. Bartosz Mrówka**  
 Uprawnienia budowlane do projektowania  
 kierowania i nadzorowania robotami budowlanymi  
 bez ograniczeń w specjalności  
 konstrukcyjno-budowlanej  
 Nr MAP/0043/POCK/07, Nr MAP/0226/OWOK/08

**mgr inż. Jan Jasica**  
 Uprawnienia budowlane do projektowania  
 bez ograniczeń w specjalności  
 konstrukcyjno-budowlanej  
 Nr MAP/0269/POCK/08

#### **IV.CZEŚĆ RYSUNKOWA**