

Obiekt:

**POMNIK SZYBOWCA KLASY ŚWIATOWEJ PW-5 „SMYK”**  
**Al. Niepodległości 222, 00-663 Warszawa**  
**dz. nr ew. 1 z obr. 50505 dz. Śródmieście**

## PROJEKT TECHNICZNY MIKROPALI

PROJEKTANT :

*mgr inż. Marcin Derlacz*

*mgr inż. Marcin Derlacz*  
uprawnienia budowlane do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
nr ewid. Wa-424/01  
Certyfikat PKG nr 0230

OPRACOWANIE:

*inż. Adam Krupa*

SPRAWDZAJĄCY :

*mgr inż. Robert Dziurzyński*

*mgr inż. Robert Dziurzyński*  
uprawnienia budowlane do projektowania  
bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
nr ew. MAZ/0086/POOK/08

WARSZAWA, maj 2022 r.

## OPIS TECHNICZNY

### SPIS TREŚCI

1. Wstęp .....	2
2. Merytoryczna podstawa opracowania .....	3
3. Warunki geotechniczne .....	4
4. Opis robót.....	6
5. Założenia do obliczeń statycznych .....	9
5. Uwagi końcowe .....	9

### SPIS RYSUNKÓW

1. P-551-0101-Mikropale - rzut i przekrój

### ZAŁĄCZNIKI

1. Uprawnienia budowlane i świadectwa członkowskie Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

## 1. Wstęp

Niniejsze opracowanie obejmuje projekt techniczny systemowych mikropali pod fundament pomnika szybowca PW-5 „SMYK”.

Projekt zakresem obejmuje wykonanie mikropali systemowych samowiercących o średnicy  $\varnothing 150$  mm. Projektowane mikropale stanowią będą posadowienie fundamentu pomnika. Rozstaw i długości mikropali zostały dopasowane do sił działających na płytę fundamentową z uwzględnieniem możliwości rozluźnienia/rozmycia gruntu w skutek ewentualnych nieszczelności przebiegającej obok instalacji kanalizacyjnej.

## 2. Merytoryczna podstawa opracowania

### Materiały przekazane przez Projektanta fundamentu:

- [1] „Opinia geotechniczna określająca przydatność gruntów na potrzeby budowy Pomnika Szybowca PW-5 „SMYK” na terenie kampusu głównego Politechniki Warszawskiej przed Gmachem Nowym Lotniczym przy Al. Niepodległości 222 w Warszawie” HPC POLGEOL Spółka Akcyjna, ul. Berezyńska 39, 03-908 Warszawa, opracowanie: inż. Mateusz Dąbrowski – Warszawa, maj 2022
- [2] Wyciąg z obliczeń konstrukcji w formie tabelarycznej (reakcje\_220517.xlsx)
- [3] *Rysunki w wersji elektronicznej przekazane przez Projektanta fundamentu.*

Projekt opracowano wykorzystując następujące normy, opracowania i przepisy związane:

- Ustawa „Prawo Budowlane” (tekst jednolity Dz. U. z 2006 Nr 156 poz. 1118.)
- PN-EN 1990:2004 – Eurokod – „Podstawy projektowania konstrukcji”
- PN-EN 1991-1-1:2004 – Eurokod 1 – „Część 1-1: Oddziaływania ogólne – Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach”
- PN-EN 1991-1-6:2007 – Eurokod 1 – „Część 1-6: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji”
- PN-EN 1997-1:2008 – Eurokod 7 „Projektowanie geotechniczne – część 1: Zasady ogólne”
- PN-EN:14199 "Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Mikropale."
- „Recommendations on Excavations”, Ernst&Sohn, wydanie z 2003 r., Berlin.
- “Recommendations on Piling”, Ernst&Sohn, wydanie z 2003 r., Berlin

### 3. Warunki geotechniczne

#### Warunki gruntowe

Na analizowanym obszarze strefę przypowierzchniową buduje nasyp niekontrolowany o miąższości 1,4 m składający się z cegieł, gruzu oraz piasku średniego.

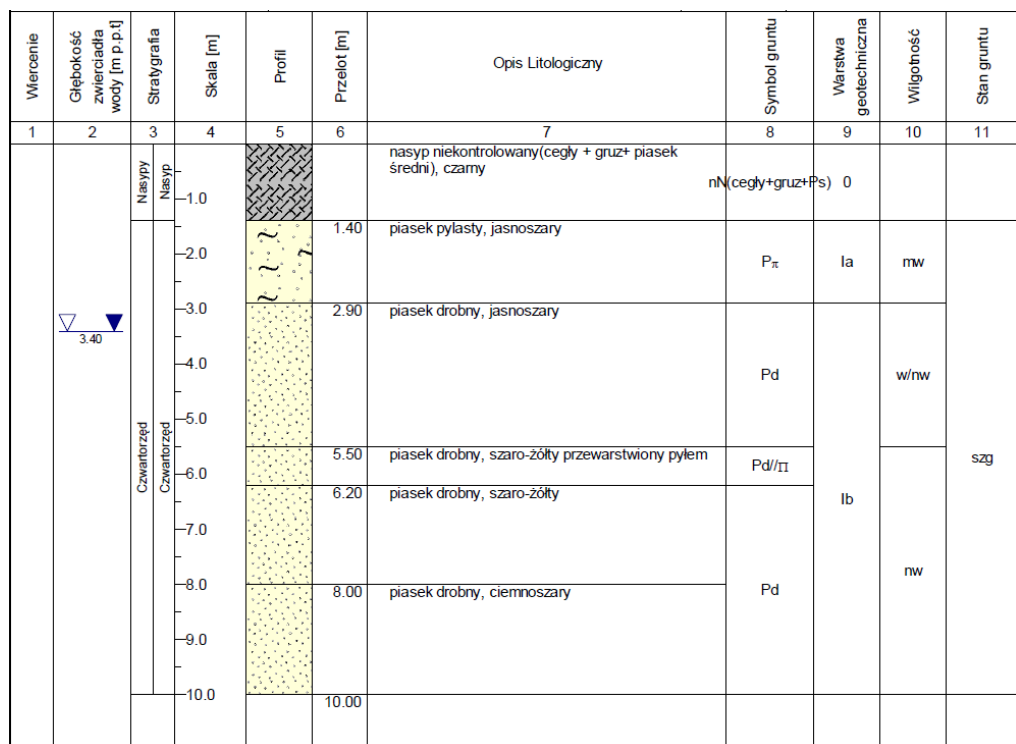
Poniżej na głębokości 1,4 m p.p.t. udokumentowano osady niespoiste w postaci jasno-szarych piasków pylastych. Poniżej od głębokości 2,9 m p.p.t. zalegają jasno-szare piaski drobne w obrębie których na głębokości 3,4 m p.p.t. nawiercono zwierciadło wód podziemnych. Następnie na głębokości 5,5 m p.p.t. występują szaro-żółte piaski drobne, przewarstwione pyłem. Poniżej od głębokości 6,2 m p.p.t. zalegają szaro-żółte i ciemnoszare piaski drobne. Owe grunty niespoiste występują w stanie średnio zagęszczonym, są to piaski wodnolodowcowe na łożach zastojowych stadiu mazowiecko podlaskiego.

#### Warunki wodne

Na analizowanym obszarze, nawiercono jeden czwartorzędowy poziom wód gruntowych. Zwierciadło wody ma charakter swobodny, udokumentowane zostało na głębokości 3,4 m p.p.t, tj. na rzędnej 111,5 m n.p.m.

Poziom czwartorzędowy zasilany jest przez infiltracje opadów atmosferycznych. Lustro wody ulega wahaniom w zależności od ilości opadów lub intensywności roztopów.

**POMNIK SZYBOWCA KLASY ŚWIATOWEJ PW-5 „SMYK”**  
**Al. Niepodległości 222, 00-663 Warszawa, dz. nr ew. 1 z Obr. 50505 dz. Śródmieście**  
**PROJEKT TECHNICZNY MIKROPALI**



**Rys. 1** Karta otworu geotechnicznego

**Tab. 1** Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych

Nr warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntu	Symbol konsolidacji	Stan gruntu		Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrznego	Spójność	Moduły					
			Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności				odkształcenia pierwotnego	edometryczny ścisłości pierwotnej	edometryczny ścisłości wtórnej			
			$I_D^{(n)}$	$I_L^{(n)}$				$\rho^{(n)}$	$\varphi_u^{(n)}$	$c_u^{(n)}$	$E_0^{(n)}$	$M_0^{(n)}$	$M^{(n)}$
			-	-				$[t/m^3]$	$[^\circ]$	$[kPa]$	$[kPa]$	$[kPa]$	$[kPa]$
0	Nn	-	parametrów geotechnicznych nie określa się										
Ia	Pπ	-	0,60		1,65*	30,9	-	55385	74369	92961			
Ib	Pd	-	0,60	-	1,65* 1,75** 1,90***	33,6	-	55385	74369	92961			

## 4. Opis robót

Przed przystąpieniem do wykonywania mikropali, należy przeprowadzić inwentaryzację istniejącego uzbrojenia podziemnego a ewentualne kolizje usunąć.

### 4.1. Opis przyjętych rozwiązań

Zadaniem mikropali jest posadowienie fundamentu projektowanego pomnika ze względu na możliwe rozmycie gruntu w skutek ewentualnych nieszczelności pobliskiej sieci kanalizacyjnej. Mikropale zostały rozmieszczone w siatce kwadratowej ( $a=1,5$  m). Długość mikropali określono z warunku nośności zewnętrznej (buławy) przy założeniu, że pracować będzie tylko część buławy znajdująca się poniżej poziomu przebiegającej obok kanalizacji.

### 4.2. Opis technologii

Zaprojektowano wiercone mikropale iniekcyjne, które składają się z dwóch podstawowych elementów: zbrojenia oraz buławy iniekcyjnej.

Zbrojenie stanowi stalowy pręt, gwintowany na całej długości wraz z łącznikami (mufami). Pręty oraz łączniki wykonane są z wysokogatunkowej stali drobnoziarnistej. Wszystkie elementy zbrojenia należy zastosować jako systemowe. Jako referencyjny przyjęto system „Titan” - dopuszcza się zastosowanie systemu alternatywnego o równoważnej nośności np. w technologii „GONAR-GSI” „Engisystems”, „ANP”, „DywiDrill” itp.

Do każdego mikropala należy zastosować:

- pręty systemowe z łącznikami – 1 kpl.
- płytkę oporową systemową – 1 szt.
- nakrętkę kotwiącą systemową – 1 szt.
- nakrętkę kontruującą systemową – 1 szt.
- dystansery systemowe – 4 szt.

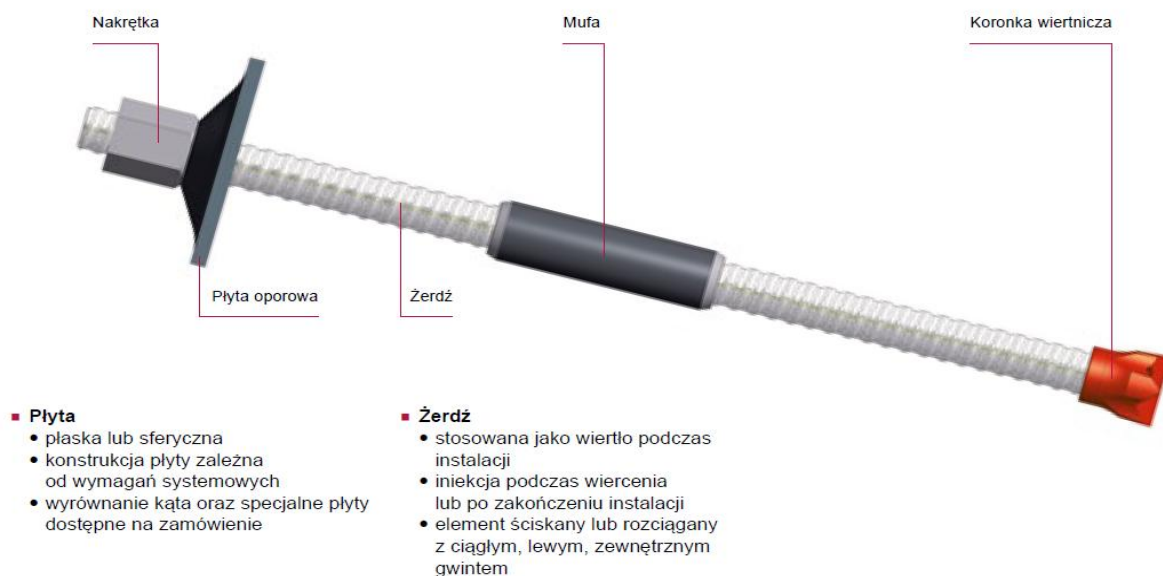
Buława iniekcyjna tworzona jest z cementu portlandzkiego o wytrzymałości min. 32,5 N/mm<sup>2</sup>. Przenosi ona obciążenia na grunt. Stanowi również ochronę antykorozyjną. Wykorzystanie buławy iniekcyjnej jako zabezpieczenia antykorozyjnego jest możliwe dzięki wytworzeniu wokół żerdzi (zbrojenia) ciągłej otuliny o gwarantowanej min. 20 mm grubości dzięki zastosowaniu systemowych elementów dystansowych.

Mikropale systemu samowierzącego wykonywane są przy użyciu obrotowo-udarowych urządzeń wiertniczych (np. wiertnica KLEMM), podczas jednego etapu technologicznego – jednocześnie z wierceniem, prowadzona jest iniekcja oraz montaż zbrojenia. Jest to możliwe dzięki konstrukcji żerdzi w systemie samowierzącym służących jednocześnie jako tracony przewód wiertniczy, przewód iniekcyjny oraz zbrojenie mikropala. Końcówka żerdzi wyposażona jest w traconą koronkę wiertniczą. Równocześnie z rozpoczęciem wiercenia, rozpoczyna się iniekcja wstępna - wewnętrznym otworem żerdzi, pod ciśnieniem rzędu od 0,5 do 2 MPa, tłoczona jest płuczka z zaczynu cementowego. Iniekt wytłaczany jest poprzez otwory w koronce wiertniczej. Zaczyn cementowy wypłukuje zwierniny z otworu wiertniczego oraz jednocześnie migrując w strukturę gruntu stabilizuje ściany otworu, eliminując potrzebę stosowania rur osłonowych. Zaczyn cementowy ma możliwość swobodnej penetracji w grunt, co skutkuje wytworzeniem “postrzępionej”, ukorzenionej buławy iniekcyjnej związanej z gruntem. Migrujący iniekt dodatkowo wzmacnia ośrodek gruntowy wokół wykonanego mikropala.

Po dowieńczeniu się do zadanej głębokości wykonuje się iniekcję dynamiczną. Przy stale obracającym się przewodzie, środkiem żerdzi tłoczony jest zaczyn cementowy (pod ciśnieniem rzędu od 2÷6 MPa). Otwór wiertniczy jest iniektowany od dna do wierzchu. Daje to pewność na dokładne wypełnienie iniektem otworu wraz ze wszelkimi szczelinami w ośrodku gruntowym. Cały wprowadzony do otworu element (żerdzie, łączniki, koronka wiertnicza) pozostaje w otworze jako zbrojenie.

Dopuszcza się stosowanie jednego rodzaju płuczki (gęstej, W/C=0,45) podczas całego cyklu technologicznego (zarówno podczas wiercenia jak i iniekcji).

**POMNIK SZYBOWCA KLASY ŚWIATOWEJ PW-5 „SMYK”**  
*Al. Niepodległości 222, 00-663 Warszawa, dz. nr ew. 1 z Obr. 50505 dz. Śródmieście*  
**PROJEKT TECHNICZNY MIKROPALI**



**Rys.4** Schematyczny przekrój przez system samowierzący

#### 4.3. Dane materiałowe mikropali

Ilość mikropali	4 szt.
Typ pręta	np. TITAN 52/26
Średnica pręta	52 mm
Pole przekroju żerdzi	1250mm <sup>2</sup>
Promień bezwładności	14,5 mm
Klasa stali	S460
Zabezpieczenie antykorozyjne pręta*	Otulina kamieniem cementowym
Średnica koronki wiertniczej	150 mm
Średnica buławy iniekcyjnej	~190 mm
Długości żerdzi w mikropalu	5,56 m
Długość zamocowania mikropala w fund.	44 cm
Płyta systemowa oporowa	145x145x28 mm
Nakrętki kotwiące	systemowe
Łączniki	systemowe
Ciśnienia iniekcji	0,5 – 2,0 MPa
Zaczyn cementowy na iniekcję mikropali	rec. 1
Cement	Cement portlandzki CEM II 32,5 R

\* Zbrojenie zabezpieczone przed korozją poprzez zachowaną otulinę mikropala.

Elementy systemowe muszą być zgodne ze stosowną Aprobata Techniczną

Poniżej zalecana receptura (rec. 1) zaczynu cementowego na iniekt do mikropali:

w/c	0,65÷0,70
gęstość:	1,70÷1,65 g/cm <sup>3</sup>
cement CEM II – 32,5 R :	100 kg
woda:	65 ÷ 70 l

#### 4.4. Dopuszczalne odchyłki wykonawcze

- rzędna wierzchu zbrojenia ±5cm;
- ustawienie w planie ±10cm;
- pionowość osi 1÷50

### 5. Założenia do obliczeń statycznych

Obliczenia statyczne przeprowadzono w oparciu o parametry gruntu podane w dokumentacji geotechnicznej [1] oraz obciążenia działające na fundament podane przez projektanta konstrukcji.

Długość i profil żerdzi mikropali dobrano przy uwzględnieniu możliwości rozmycia gruntu w skutek ewentualnych nieszczelności sieci kanalizacyjnej. Założono, że pracować będzie tylko część buławy znajdująca się poniżej poziomu istniejącej kanalizacji, natomiast część mikropala znajdująca się powyżej, będzie ściskana z możliwością wyboczenia się. Zbrojenie dobrano z uwzględnieniem wyboczenia na wypadek rozmycia/rozluźnienia gruntu na wysokości powyżej sąsiadującej kanalizacji.

### 5. Uwagi końcowe

- W przypadku natrafienia na warunki gruntowo – wodne odmienne niż w dokumentacji, należy niezwłocznie poinformować o tym fakcie projektanta;
- Wszelkie wątpliwości należy wyjaśniać z autorami niniejszego opracowania.

- K O N I E C -