

**WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU
ROBÓT BUDOWLANYCH**

M-11.08.09.

MIKROPALE INIEKCYJNE

1. Wstęp

1.1. Przedmiot

Przedmiotem są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót i badań kontrolnych związanych z wykonywaniem mikropali iniekcyjnych zbrojonych centralnie systemową żerdzią

1.2. Zakres stosowania

WWIORB jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót

1.3. Zakres robót objętych

Ustalenia dotyczą wykonania mikropali iniekcyjnych dla obiektów mostowych

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. **Fundament konstrukcji mostowej** - element konstrukcji współpracujący z gruntem przekazujący wszelkie obciążenia z konstrukcji mostu na grunt

1.4.2. **Mikropale iniekcyjne** - pale małośrednicowe (o średnicy poniżej $\varnothing 300$ mm), formowane w gruncie poprzez wprowadzenie w grunt żerdzi iniekcyjnej i wprowadzenie (wciśnięcie) w grunt zaczynu cementowego pod wysokim ciśnieniem, charakteryzujące się zwiększoną nośnością jednostkową na pobocznicę. Ze względu na ich małą średnicę nośność kotew gruntowych zależy głównie od nośności ich pobocznicę. Pale te mogą być wykonane we wszystkich typach gruntów oraz w skałach. Otwory pali mogą przechodzić przez mury, beton, kamienie, a nawet blachy stalowe. Kotwy gruntowe mogą być pionowe lub dowolnie nachylone.

1.4.3. Pozostałe określenia podane w niniejszej specyfikacji są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami i D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, ST i poleceniami nadzoru robót ze strony Zamawiającego.

W przypadku natrafienia w trakcie wykonywania otworu w gruncie na nieprzewidziane przeszkody, należy odpowiednio dostosować liczbę i wymiary mikropali. Powyższa korekta, wykonana przez Projektanta, podlega akceptacji Inżyniera.

1.5.1. Ogólna charakterystyka mikropali

Mikropale iniekcyjne należą do grupy pali małośrednicowych (poniżej $\varnothing 300$ mm). Ze względu na ich małą średnicę nośność kotew gruntowych zależy głównie od nośności ich pobocznicę.

Mikropale odznaczają się relatywnie wysoką nośnością, co wiąże się ze stosowaniem podwyższonego ciśnienia przy ich formowaniu, dzięki czemu zaczyn cementowy zostaje wciśnięty w otaczający grunt. Najczęściej mikropale iniekcyjne projektuje się i wykonuje do przenoszenia obciążeń osiowych $150 \div 500$ kN w zależności od ich długości, rodzaju gruntu i zbrojenia, a przy większych średnicach i buławach iniekcyjnych formowanych w sprzyjających warunkach gruntowych do 1000 kN.

Dużą zaletę mikropali iniekcyjnych stanowi zbrojenie, oraz przenoszenie obciążeń na grunt poboczną; dzięki sztywności zbrojenia mogą pracować także, jako elementy kotwiące, przejmując siły tak wciskające, jak i wyciągające.

Mikropale stosuje się do posadowienia obiektów mostowych, przemysłowych, hydrotechnicznych i innych obiektów budowlanych, gdy warunki gruntowe wykluczają posadowienie bezpośrednie lub wykonane już obiekty wymagają wzmocnienia:

- fundamentów bezpośrednich,
- fundamentów palowych,
- konstrukcji oporowych.

Mikropale wykonuje się pod konstrukcją fundamentu lub w bezpośredniej jego bliskości w celu przeniesienia:

- całkowitych obciążeń pionowych i poziomych,
- części obciążeń wynikających z niedoboru nośności istniejącego fundamentu,

Mikropale wykonuje się pionowe i ukośne, nawet o znacznym kącie nachylenia.

1.5.2. Dokumentacja techniczna

Dokumentacja techniczna na podstawie, której wykonuje się mikropale iniekcyjne powinna zawierać:

- plan urządzeń i instalacji podziemnych w miejscu budowy, dostępne informacje
- o istniejących fundamentach lub innych przeszkodach oraz, w razie potrzeby, wymagania dotyczące zabezpieczeń i sprawdzania w czasie robót rzeczywistego położenia urządzeń,
- dokumentację badań podłoża, podającą budowę geologiczną, parametry geotechniczne warstw gruntu, poziomy występowania i poziomy piezometryczne wód gruntowych, dane o przepuszczalności warstw oraz składzie chemicznym wód i agresywności środowiska,
- projekt wykonawczy fundamentu palowego lub wzmocnienia istniejącego fundamentu,

Dokumentacja technologiczna powinna być opracowana przez specjalistyczne przedsiębiorstwo wykonujące mikropale albo przez nie uzgodniona.

1.5.3. Kierownictwo i nadzór robót

W czasie robót należy zapewnić dozór techniczny ze strony Wykonawcy i nadzór ze strony Zamawiającego. Niezbędna jest obecność odpowiedzialnego kierownika robót lub jego kompetentnego zastępcy. Przebieg robót powinien być bieżąco dokumentowany w dzienniku budowy oraz w metrykach mikropali.

1.5.4. Zgodność z dokumentacją

Mikropale iniekcyjne zbrojonych centralnie systemową żerdzią należy wykonać zgodnie z wymaganiami Dokumentacji Projektowej. W przypadku stwierdzenia niezgodności warunków gruntowych z podanymi w dokumentacji lub w przypadku innych nieprzewidzianych okoliczności, należy powiadomić Projektanta oraz przeanalizować potrzebę odpowiednich zmian konstrukcji i sposobu wykonania robót.

1.5.5. Inne wymagania

W kwestiach nie będących przedmiotem specyfikacji, należy przestrzegać wymagań dla robót ogólnobudowlanych oraz norm, przepisów BHP i innych dokumentów dla odpowiednich rodzajów robót.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

Zgodnie z Ustawą o wyrobach budowlanych z dn. 16.04.2004 r., Dz. U. Nr 92 poz. 881, 2004 r., wyrób budowlany (materiał) dopuszczony jest do stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych, jeżeli jest

- oznakowany CE lub znakiem budowlanym B,
- umieszczony w określonym przez Komisję Europejską wykazie wyrobów mających niewielkie znaczenie dla zdrowia i bezpieczeństwa

Producent wyrobu budowlanego winien dołączyć do wyrobu krajową deklarację zgodności.

Sposób deklarowania oraz oceny zgodności wyrobu budowlanego określa Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobu deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu ich znakowania znakiem budowlanym (Dz.U. Nr 198, poz. 2041 z 2004 r.)

Mikropale iniekcyjne wykonywane są przy użyciu kompletnego zestawu, w skład którego wchodzi: koronka wiertnicza, żerdzie systemowe o odpowiedniej wytrzymałości, łączniki do żerdzi (mufy łącznikowe), elementy dystansowe oraz elementy tworzące głowicę kotwy: płyta oporowa, nakrętka. Zestaw ten umożliwia jednocześnie wiercenie, iniekcję oraz montaż zbrojenia mikropala.

Żerdzie użyte do wykonania mikropali muszą zapewnić dotrzymanie reżimów ochrony antykorozyjnej stosowanych dla obiektów o okresie użytkowania powyżej 2 lat.

Mikropale zespalone są z otaczającym gruntem za pomocą buławy iniekcyjnej (trzonu mikropala), utworzonej z zaczynu cementowego.

2.2. Zaczyn cementowy

Przy wykonywaniu mikropali iniekcyjnych z użyciem zaczynów cementowo-wodnych stawiane są następujące wymagania materiałowe:

- należy stosować cement portlandzki CEM I lub CEM II klasy min. 32,5 R, zaleca się stosować cement workowany z dozowaniem ręcznym,
- zaczyn cementowy o wskaźniku w/c mniejszym niż 0,55 należy przygotowywać na miejscu budowy w odpowiednim mieszalniku, zaczyn cementowy bezpośrednio po przygotowaniu powinien być pompowany przez rdzeń urządzenia wierzącego do otworu mikropala,
- woda do zaczynu cementowego powinna odpowiadać wymaganiom PN-EN 1008:2004.

2.3. Zbrojenie

Do zbrojenia kotew gruntowych należy używać systemowych żerdzi w postaci rury gwintowanej na całej długości wykonanej ze stali o wysokiej wytrzymałości o $R_m \geq 500 \text{ N/mm}^2$. Do przedłużania zbrojenia należy stosować systemowe mufy łącznikowe. Głowice zbrojenia kotwy

gruntowej należy wyposażyć w systemowy blok oporowy dostarczony łącznie z żerdziami. Żerdzie powinny posiadać uźbrowanie spiralne umożliwiające nakręcanie systemowych łączników. Stal dostarczona na budowę powinna mieć Aprobatę techniczną ITB lub IBDiM.

Zbrojenie powinno być wykonane zgodnie z PT i ST.

3. SPRZĘT

3.1. Wymagania dotyczące sprzętu – uwagi ogólne

Narzędzia wierzące oraz sprzęt iniekcyjny należy dostosować do warunków gruntowych i wodnych oraz sposobu zabezpieczenia stateczności ścian otworu. Wykonawca robót powinien dysponować odpowiednim parkiem maszynowym (części, zapasowe maszyny) dla zapewnienia ciągłości robót w przypadku awarii sprzętu.

Kształt i wymiary narzędzia powinny umożliwiać przepływ cieczy wypełniającej otwór w czasie jego wyciągania z otworu.

Pompy iniekcyjne napędzane silnikami elektrycznymi powinny zapewniać ciśnienie zaczynu iniekcyjnego do 30 MPa. Zaczyn doprowadzany jest wężami wysokociśnieniowymi do żerdzi wiertniczej, strumień iniektu wprowadzany jest w strefę otaczającego gruntu.

Zestaw urządzeń do mieszania powinien zapewniać bardzo dokładne wymieszanie iniektu i stabilizowanie jego struktury do momentu zasadniczego procesu iniekcji.

Sprzęt używany do wykonywania mikropali musi być zaakceptowany przez Inżyniera.

3.2. Maszyna wiertnicza

Specjalistyczna wiertnica musi umożliwiać wykonanie otworu wiertniczego o średnicy i głębokości zgodnej z wymaganiami określonymi w projekcie wykonawczym. Konstrukcja żerdzi musi pozwalać na ciągłe podawanie zaczynu pod ciśnieniem w trakcie wiercenia otworu.

Zestaw iniekcyjny powinien umożliwiać obserwację:

- ciśnienia podawanego iniektu;
- ilości wpompowanego zaczynu cementowego.

4. TRANSPORT

4.1. Wymagania dotyczące transportu

Załadunek, transport, rozładunek i składowanie materiałów do wykonania mikropali powinny odbywać się tak, aby zachować ich dobry stan techniczny, zgodny z wytycznymi producenta.

4.2. Środki transportu

Transport materiałów, urządzeń pomocniczych i sprzętu może odbywać się odpowiednimi środkami transportu zaakceptowanymi przez Inżyniera.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne warunki wykonania robót

Ogólne warunki wykonania robót podano w D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne".

5.2. Wyznaczenie osi kotwy gruntowej

Punkty wyznaczające osie mikropali powinny być oznaczone na gruncie w sposób trwały. Szkic z podaniem oznaczeń i odległości pomiarowych należy włączyć do dokumentacji budowy.

Dopuszczalne odchyłki rozmieszczenia pali w terenie tolerancji, usytuowania głowicy zbrojenia oraz kąta nachylenia pala powinien określać projekt palowania.

5.3. Kolejność wykonania robót

Wykonanie mikropali iniekcyjnych zawiera następujące fazy:

- wiercenie (jego rodzaj zależy od rodzaju gruntu i dostępności w terenie),
- wypełnienie otworu mieszaniną uszczelniającą,

5.4. Szczegółowe wymagania dotyczące wykonania robót

Wykonawca zobowiązany jest do zapewnienia jakości, która jest określona w:

- projekcie organizacji i harmonogramie robót objętych niniejszą ST
- programie zapewnienia bezpieczeństwa pracy oraz ochrony zdrowia i środowiska podczas wykonywania robót objętych niniejszą ST
- projekcie technologicznym, który powinien uwzględniać wymagania Dokumentacji Projektowej oraz poniższe wytyczne:

5.4.1. Wiercenie otworów

Otwory w gruncie wykonywane zostaną za pomocą systemowych żerdzi z zastosowaniem koronki wiertniczej, do głębokości wymaganej projektem palowania.

5.4.2. Tłoczenie mieszaniny uszczelniającej

Po wykonaniu odwiertu należy wykonać cementową iniekcję doszczelniającą na bazie zaczynu cementowego o stosunku wagowym c/w 1,5÷2,6 w celu wypełnienia ewentualnych pustek powstałych przy formowaniu pala bądź kawern występujących w podłożu. Iniekcję należy wykonać z zastosowaniem cementu portlandzkiego CEM I lub CEM II klasy min. 32,5 R. Tłoczenie należy prowadzić do momentu wypłynięcia na powierzchnię gęstej zawiesiny. Szczegółowe parametry zaczynu iniekcyjnego należy dobrać podczas prób na budowie, dostosowując gęstość zaczynu do warunków gruntowych.

Zakłada się, że w przypadku braku pustych przestrzeni ilość wtłoczonego zaczynu przy iniekcji doszczelniającej może wynosić 1,0÷1,5 objętości mikropala. W przypadku znacznych wydatków iniekcji, tłoczenie należy przerwać po wprowadzeniu 60 dm³/m pala. Szczególną uwagę należy zwrócić na poziom cemento-gruntu w otworze tak, aby nie opadł poniżej projektowanej rzędnej głowicy pala. W przypadku zaobserwowania takiego zjawiska otwór należy na bieżąco uzupełniać zaczynem cementowym.

5.4.3. Montaż zbrojenia

Żerdzie wraz z łącznikami, elementami dystansowymi i jednorazową końcówką wiertniczą tworzą kompletny zestaw będący konstrukcją mikropala kotwiącego jednocześnie wykorzystywany do wiercenia otworu (przewód wiertniczy) i iniekcji (przewód iniekcyjny). Podczas wykonywania mikropala należy stosować płuczkę cementową - zaczynem cementowym. Zaczyn jest wytłaczany do otworu wiertniczego poprzez otwory w końcówce wiertniczej. Wiercenie odbywa się bez rur osłonowych. W zwartych ośrodkach skalistych można stosować płuczkę powietrzną. **Nie dopuszcza się stosowania płuczki wodnej.**

Głowica zbrojenia powinna być osadzona około 0,45 m powyżej poziomu posadowienia projektowanych fundamentów

5.5. Roboty wykończeniowe

Głowice mikropala należy oczyścić i usunąć warstwę zanieczyszczonego tworzywa lub uszkodzonego w czasie jego formowania. Ze zbrojenia mikropala wystającego ponad głowicę należy usunąć zanieczyszczenia betonem, zawiesiną lub gruntem. Po ułożeniu dolnego zbrojenia fundamentu należy nakręcić systemową nakrętkę oraz nałożyć blachę oporową.

6. KONTROLA JAKOŚCI

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Kontrola jakości wykonania mikropala polega na sprawdzeniu jakości materiałów, zgodności z Dokumentacją Projektową oraz podanymi powyżej wymaganiami i obowiązującymi normami.

6.2. Zakres kontroli

Do kontroli Wykonawca zobowiązany jest przedstawić:

- Dokumentację projektową z naniesionymi ew. zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w trakcie robót,
- Dziennik budowy
- Metryki mikropali
- Wyniki wszystkich badań.

6.3. Badania przed rozpoczęciem robót

Należy sprawdzić przygotowanie terenu na zgodność z odpowiednim punktem niniejszej Specyfikacji. W przypadku uzasadnionych przesłanek napotkania nie zinwentaryzowanych urządzeń lub instalacji, otwory do głębokości 1,2 m powinny być wykopane ręcznie.

6.4. Badania w czasie robót

Kontroli podlegają:

- warunki gruntowe,
- materiały użyte do wykonania mikropali,
- usytuowanie mikropali.

6.5. Badania odbiorcze

Kontroli podlega:

- zgodność z Dokumentacją Projektową warunków gruntowych, usytuowania mikropali i ich długości,
- nośność mikropali należy potwierdzić poprzez wykonanie próbnych obciążeń na siły pionowe zgodnie z postanowieniem normy PN-EN 14199

Wykonawca w czasie robót rejestruje wszystkie niezbędne dane, dotyczące wykonania mikropali i umieszcza je w metrykach wykonania mikropala.

6.6. Opis badań kontrolnych

6.6.1. Kontrola warunków gruntowych

Sprawdzenie podłoża polega na porównaniu rzeczywistych warunków gruntowych z warunkami podanymi w dokumentacji.

6.6.2. Kontrola materiałów

Kontrola wykonywana jest wg zasad określonych w Projekcie Technicznym i w pkt 2 niniejszej ST.

6.6.3. Kontrola robót i ich zgodności z Dokumentacją Projektową

Dla każdego mikropala należy sporządzić metrykę, zawierającą następujące dane:

- numer mikropala,
- datę wykonania odwiertu i iniekcji mikropala,
- średnicę wiercenia i uformowania trzonu,
- rzędną głowicy i podstawy,
- rodzaj zastosowanego cementu,
- profil i długość zbrojenia,
- objętość wtłoczonego zaczynu (dm³) lub ilość zużytego cementu (kg),
- stosunek wagowy c/w zaczynu,
- rodzaj napotkanej przeszkody i technikę odwiertu,
- informacje o ucieczce płuczki lub iniektu.

6.7. Tolerancje wykonania:

- rozstaw mikropali : ± 100 mm,
- głębokość formowania mikropali: -100 mm, +500 mm,
- poziom głowicy zbrojenia ± 50 mm,
- nachylenie mikropala $\pm 1^\circ$.

7. OBMIAR ROBÓT

Jednostką obmiaru jest 1 metr (mb) długości wykonanego i odebranego mikropala iniekcyjnego określonej średnicy i długości wraz z głowicą.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Zakres odbiorów

Odbiorom podlegają:

- materiały,
- wykonane mikropala.

Końcowego odbioru dokonuje się na podstawie:

- zgłoszenie przez Wykonawcę zakończenia robót, podlegających odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu,
- stwierdzenie przez Inżyniera zgodności odbieranych robót z Dokumentacją Projektową i zmianami zaaprobowanymi przez Inżyniera
- rysunków z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami dokonanyymi w trakcie robót,
- metryk mikropala,
- próbnych obciążeń mikropala,
- stwierdzenia uzyskania parametrów założonych w Dokumentacji Projektowej na podstawie badań określonych w pkt. 6. niniejszej ST.

Na podstawie wyników badań i kontroli przeprowadzonych wg punktu 6. należy sporządzić protokoły odbioru robót palowych. Jeżeli wszystkie badania i odbiory dały wyniki pozytywne, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami Specyfikacji.

Jeżeli choć jedno badanie lub odbiór dało wynik negatywny, wykonane roboty należy uznać za niezgodne z wymaganiami Specyfikacji. W takiej sytuacji Wykonawca obowiązany jest doprowadzić roboty do zgodności z wymaganiami SST i przedstawić je do ponownego odbioru.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Nie dotyczy

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1.a. Polskie Normy

- PN-EN 1536:2001 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale wiercone
- PN-EN 14199 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Mikropale
- PN-EN 1537 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Kotwy gruntowe
- PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- PN-82/H-93215 Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu.
- PN-H-84023-6/ Stal określonego zastosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki (Zmiana A1 PN-H-84023-6/A1:1996).
- PN-EN 197-1: 2002 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
- PN-EN 1008:2004 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i oceny przydatności wody zarobowej do betonu.

10.1.b. Polskie Normy – oparte na EN, ISO

- PN-ISO 6935-1:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie.
- PN-ISO 6935-1/Ak:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju.
- PN-ISO 6935-2:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane.
- PN-ISO 6935-2/Ak:1998 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju.
- PN-ISO 6935-2/Ak:1998/Ap1:1999 Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju.

10.2. Polskie Normy – wycofane lub zastąpione

- PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.*
- PN-83/B-02482 Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów na palach*
- PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.*

10.4. Pozostałe przepisy

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU I GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 63 poz. 735 - z dnia 3.08 2000 r.)

