

## **M.11.03.01                    MIKROPALE INIEKCYJNE**

### **1.    WSTĘP**

#### **1.1.   Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej**

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru Robót i badań kontrolnych związanych z wykonaniem mikropali iniekcyjnych w ramach remontu kładki w ciągu ul. Dąbrowskiego nad torami PKP w Tarnowskich Górach

#### **1.2.   Zakres stosowania SST**

SST jest stosowana jako dokument Przetargowy i Kontraktowy przy zlecaniu i realizacji Robót wymienionych pkt.1.1.

#### **1.3.   Zakres Robót objętych SST**

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą wykonania robót wymienionych w punkcie 1.1., związanych z wykonaniem mikropali iniekcyjnych pod fundamenty przyczółków (w tym z przewierciem przez konstrukcję fundamentu przyczółka od strony Centrum).

Mikropale wykonuje się pod konstrukcją fundamentu lub w bezpośredniej jego bliskości w celu przeniesienia: - części obciążeń wynikających z niedoboru nośności istniejącego fundamentu.

#### **1.4.   Ogólne wymagania dotyczące Robót**

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, SST i poleceniami nadzoru robót ze strony Zamawiającego.

**Technologia „jet grouting”**- sposób iniekcyjnego wzmocnienia gruntu przy użyciu zaczynu cementowego, w którym iniekt wyrzucany jest z dysz iniekcyjnych o średnicy od 1,5 do 2,5 mm w kierunku poziomym (po obwodzie zapuszczanego w grunt przewodu iniekcyjnego) strumieniem pod ciśnieniem mierzonym na króćcu tłocznym pompy, rzędu 10,0 –30,0 MPa. Przewód iniekcyjny w trakcie wyrzucania iniektu podlega ruchowi posuwistemu i obrotowi. Prędkość wyciągania żerdzi powinna wynosić od 50 – 100 cm/min, liczba obrotów od 10-30 na minutę.

**Kolumna iniekcyjna** – walcowa bryła grunto-betonu o średnicy określonej w Dokumentacji Przetargowej, powstała w wyniku bezpośredniego wymieszania wtłaczanego zaczynu cementowego z cząsteczkami gruntu.

**Zbrojenie z kształtowników stalowych** – kształtowe zbrojenie pała iniekcyjnego w formie rury stalowej o pełnej długości. Zbrojenie montowane jest w świeżo uformowanym pału iniekcyjnym przed rozpoczęciem procesu wiązania.

### **2.    MATERIAŁY**

#### **2.1.   Zaczyn cementowy**

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

- należy stosować cement portlandzki CEM I 32,5; CEM I 42,5R; CEM I 52,5R; stosunek c/w 1,5÷2/1, zaleca się stosować cement workowany z dowozem ręcznym, zaczyn cementowy należy przygotować na miejscu budowy w odpowiednim mieszalniku,
- zaczyn cementowy bezpośrednio po przygotowaniu powinien być pompowany przez rdzeń urządzenia wierzącego do otworu mikropala
- wytrzymałość kamienia cementowego powinna być określona w projekcie; należy wrywkowo dokonać kontroli wytrzymałości próbek zaczynu mikropali – zaleca się pobrać próbki z 10% ogólnej liczby mikropali,
- każda partia stosowanego cementu powinna być zaopatrzona w sygnaturę odbiorczą kontroli jakości,
- woda do zaczynu cementowego powinna odpowiadać wymaganiom PN-EN 1008:2004

#### **2.2.   Zbrojenie**

Do zbrojenia mikropali należy używać rury stalowe. Stal dostarczona na budowę powinna mieć atest hutniczy. Zbrojenie powinno być wykonane zgodnie z PT i ST.

Zbrojenie mikropala może stanowić:

- stalowa rura o średnicy 76,1/8 długości 3,85m,

Stalowe rury pełniące rolę zbrojenia mikropala, należy przygotować w następujący sposób:

- rura powinna być zaślepiona od dołu, aby przy wkładaniu do otworu nie napełniła się zaczynem cementowym,
- rura na odcinku przewidzianym do wykonania iniekcji mikropala, powinna mieć wykonaną perforację w rozstawie co 50÷70cm,
- w miejscach perforacji należy wywiercić 3-4 otwory o średnicy 8-10mm i zabezpieczyć je manszetami (opaskami gumowymi), pełniącymi rolę zaworów umożliwiających tłoczenie zaczynu w kierunku gruntu.

### **3. SPRZĘT**

Narzędzia należy dostosować do warunków gruntowych i wodnych oraz sposobu zabezpieczenia stateczności ścian otworu. Kształt i wymiary narzędzia powinny umożliwiać przepływ cieczy wypełniającej w czasie jego wyciągania z otworu.

Pompy iniekcyjne napędzane silnikami elektrycznymi powinny zapewniać ciśnienie zaczynu iniekcyjnego do 20 MPa. Zaczyn doprowadzany jest węzami wysokociśnieniowymi albo przewodami iniekcyjnymi do pakierów lub zaworów iniekcyjnych i poprzez perforacje w rurach iniekcyjnych 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 wykonania pali iniekcyjnych musi być zaakceptowany przez Kierownika Projektu.

### **4. TRANSPORT**

#### **4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

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

#### **4.2. Środki transportu**

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

### **5. WYKONANIE ROBÓT**

#### **5.1. Ogólna charakterystyka mikropali**

Mikropale iniekcyjne należą do grupy pali małosrednicowych (poniżej 300mm). Ze względu na ich małą średnicę nośność mikropali zależy głównie od nośności ich pobocznic. Pale te mogą być wykonane we wszystkich typach gruntów oraz w skałach. Otwory pali mogą przechodzić przez mury, beton, kamienie, a nawet blachy stalowe. W takich przypadkach wymaga się zastosowania specjalnych technik przewiercania, a przewierci te powinny być traktowane jako rozliczane odrębnie roboty dodatkowe. Mikropale mogą być pionowe lub dowolnie nachylone.

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 do 400-500kN w zależności od długości, rodzaju gruntu i zbrojenia, a przy większych średnicach i buławach iniekcyjnych formowanych w sprzyjających warunkach gruntowych do 1000kN.

Dużą zaletą 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.

#### **5.2. Wyznaczenie osi mikropali**

Punkty wyznaczające osi mikropali powinny być oznaczone na gruncie w sposób trwały. Szkic z podaniem oznaczeń i odległości pomiarowych należy włączyć do dokumentacji budowy. Dopuszczalne odchyłki i rozmieszczenia pali w terenie powinien określać projekt palowania albo powinny być uzgodnione z Nadzorem Budowy.

#### **5.3. Sposób wykonania robót**

Wykonanie mikropali iniekcyjnych zawiera następujące fazy:

- wiercenie (jego rodzaj zależy od gruntu i dostępności w terenie) oraz wypełnienie otworu mieszaniną uszczelniającą
- montaż zbrojenia (jeżeli, jako zbrojenie stosuje się rury stalowe, to pełnią one jednocześnie funkcję rur iniekcyjnych, a ich średnica zewnętrzna najczęściej projektowana jest w zakresie 60 – 120mm)
- iniekcja zaczynu cementowego (c/w = 1,5÷2,6) poprzez perforowaną rurę iniekcyjną (zbrojeniową) lub inną mocowaną do zbrojenia instalację.

Poszczególne etapy wykonania mikropala zamieszcza się na szkicu technologicznym dokumentacji projektowej.

### **5.3.1. Wiercenie otworów**

Otwory w gruncie należy wykonywać świdrem ślimakowym lub innym, odpowiednio uzbrojonym przewodem wiertniczym, umożliwiającym wiercenie otworów o średnicy i głębokości wymaganej projektem palowania.

### **5.3.2. Tłoczenie mieszaniny uszczelniającej**

Po wywierceniu otworu, w trakcie podnoszenia przewodu wiertniczego ku powierzchni, należy, poprzez przelotowy otwór w przewodzie, wtłoczyć cementową mieszaniną uszczelniającą od dołu do góry; ciśnienie tłoczenia powinno być małe, aby nie naruszyć ścian otworu. Otwór wypełnić mieszaniną tak, aby podczas wprowadzania zbrojenia niewielka część zaczynu z niego wypłynęła. Po wprowadzeniu zbrojenia (np. stalowych rur) otwór należy uzupełnić zaczynem cementowym utrzymując stały poziom mieszaniny.

### **5.3.3. Montaż zbrojenia**

Przygotowanie zbrojenia w postaci rury, należy wprowadzić do otworu zaraz po wypełnieniu go mieszaniną uszczelniającą.

### **5.3.4. Przygotowanie instalacji iniekcyjnej do wtłaczania zaczynu**

#### **a) Iniekcja pakierami**

Zaczyn wtłacza się strefowo przez poszczególne perforacje osłonięte manszetami. Służy do tego paker. Jest on blokowany w rurze dwoma kołnierzami rozprężnymi, zasilanymi cieczą pod ciśnieniem, co najmniej 2,0MPa. Rozstaw pierścieni musi być większy od 70cm, aby w każdym położeniu w rurze sąsiadował z co najmniej jedną perforacją. Paker powinien być umieszczany w rurze kolejno vis a vis perforacji od najgłębszej do coraz płytszych. Rozprężne kołnierze uszczelniają paker w rurze, a tłoczony zaczyn wypływa z pakera między rozprężnymi kołnierzami i wydostaje się na zewnątrz rury poprzez perforację, uchylając gumową opaskę manszetu. Ciśnienie w rozprężnych kołnierzach pakera musi być zawsze ok. 1,0MPa większe niż ciśnienie tłoczenia iniektu.

#### **b) Iniekcja przewodami iniekcyjnymi**

Zaczyn wtłacza się przewodami iniekcyjnymi montowanymi do zbrojenia. Zaczyn pod ciśnieniem otwiera zawory opaskowe znajdujące się na końcach przewodu iniekcyjnego. Odległość między zaworami max 70cm. Ilość zaworów max 3 szt. na przewód. Długość i ilość przewodów iniekcyjnych zależna jest od długości strefy nośnej mikropala.

### **5.3.5. Wykonanie iniekcji zaczynem cementowym**

Iniekcję należy przeprowadzić przed całkowitym stężeniem mieszaniny uszczelniającej, lecz po uzyskaniu przez nią cech wystarczających do uszczelnienia otworu. W przypadku stosowania do uszczelnienia otworu wlewek z zaczynu cementowego, iniekcje wykonuje się najczęściej po upływie około 20-24 godzin od wypełnienia otworu. Możliwe jest zastosowanie wlewek uszczelniających z dodatkami regulującymi czas wiązania. Czas rozpoczęcia iniekcji po wypełnieniu otworu oraz międzyoperacyjne przerwy pomiędzy kolejnymi iniekcjami powinien określać technologiczny projekt wykonania robót, uwzględniający istniejące warunki gruntowe, objętość i skład stosowanej mieszaniny.

Po ustawieniu pakera vis a vis najgłębszej perforacji wtłacza się ciecz do rozprężnych kołnierzy uszczelniając urządzenie w rurze, następnie tłoczy przez paker zaczyn cementowy, wykonując iniekcję strefy w pobliżu perforacji. Następnie zwalnia się pierścienie rozprężne, wycofuje paker do poziomu kolejnej perforacji i wznawia uszczelnienie oraz wykonuje kolejną iniekcję. Po zakończeniu iniekcji paker należy usunąć z rury i instalację dokładnie przemyć wodą, aby możliwe było powtórzenie iniekcji po kilku – kilkunastu godzinach.

Najczęściej zakłada się, że objętość wtłaczanego zaczynu powinna być nie mniejsza niż 1,5 objętości trzonu mikropala. W złożonych warunkach gruntowych możliwe jest tylko przybliżone prognozowanie

wymaganych objętości iniektu do wtłoczenia. Proponowane objętości powinien określać projekt technologiczny, który może wskazywać na potrzebę wykonania iniekcji próbnych na miejscu robót.

Ciśnienie iniekcji zależy głównie od zastosowanego wydatku pompy iniekccyjnej. Dla buław nośnych (iniekcja selektywna) – w zależności od głębokości iniekowanego poziomu – należy tak sterować wydatkiem pompy, aby ciśnienie zawierało się w przedziale  $0,5 \leq p \leq 1,50\text{MPa}$ . Zalecane ciśnienia tłoczenia powinien określać projekt technologiczny odpowiednio do występujących warunków gruntowych.

#### **5.4. Roboty wykończeniowe**

Głowice mikropali 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.

### **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

#### **6.1. Zakres kontroli**

Sprawdzenie przygotowania terenu należy przeprowadzić 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. Ponadto kontroli podlegają:

- warunki gruntowe,
- materiały użyte do wykonania mikropali,
- zgodność z Dokumentacją Projektową warunków gruntowych, usytuowania mikropali i ich długości
- wytrzymałość na ścislenie zaczynu użytego do formowania mikropali; z 10% mikropali należy pobrać próbki i przekazać do zbadania wytrzymałości związanego zaczynu,
- nośność mikropali o ile takie badanie jest przewidziane w projekcie lub polecane przez nadzór inwestorski; w przypadku konstrukcji tymczasowych, jeśli akceptuje to projektant, nie wymaga się próbnych obciążeń mikropali, w innych przypadkach należy stosować się do zaleceń Projektanta i normy palowej PN-83/B-02482

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

#### **6.2. Kontrola warunków gruntowych**

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

Dla wszystkich mikropali należy przeprowadzać mikroskopową ocenę wydobywanego urobku zgodnie z PN-B-04452:2002. Szczegółowe sprawdzenie podłoża wykonuje się w co najmniej jednym otworze dla każdej podpory mostu lub grupy kilku mikropali oraz, w przypadku, gdy badania mikroskopowe wykażą istotne różnice w stosunku do parametrów podłoża przyjętych a projekcie fundamentu. Sprawdzenie podłoża powinno być wykonane poprzez nadzór autorski. Ewentualne przeprojektowanie winno być dokonane przez nadzór autorski i zaakceptowane przez Kierownika Projektu.

#### **6.3. Kontrola materiałów**

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

#### **6.4. Kontrola robót i ich zgodności z Dokumentacją Projektową**

Dla każdego mikropala należy sporządzić metrykę, zawierającą następujące dane:

- numer mikropala,
- średnicę wiercenia i uformowanego trzonu,
- rzędną głowicy,
- rzędną podstawy,
- warunki gruntowe,
- rodzaj zaczynu iniekcyjnego,
- objętość wtłoczonego zaczynu ( $\text{dm}^3$ ) lub ilość zużytego cementu (kg),
- jeśli wykonywano iniekcję trzonu, sposób jej przeprowadzenia (wielopunktowa, strefowa), liczba iniekcji i sposób jej przeprowadzenia, objętość wtłoczonego zaczynu, ciśnienie zaczynu w czasie iniekcji.

## 6.5. Tolerancja wykonania

- Rozstaw mikropali:  $\pm 5$ cm,
- głębokość formowania mikropali : - 10cm (tolerancji plusowej nie ogranicza się),
- wytrzymałość na ściskanie zaczynu użytego do formowania trzonu: -5% (tolerancji plusowej nie ogranicza się).

## 7. OBMIAR ROBÓT

Jednostką obmiaru jest 1 metr (mb) długości wykonanego i odebranego mikropala określonej średnicy i długości wraz z jego głowicą. Do długości pala nie wlicza się wystającego zbrojenia, ani nadlewki betonu.

W przypadku wykonywania badań nośności mikropali, jednostką obmiaru jest każde badanie wykonane w pełnym zakresie określonym w projekcie badania nośności.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

### 8.1. Zakres odbiorów

Odbiorom podlegają:

- materiały,
- wykonane mikropale.

Końcowego odbioru dokonuje się na podstawie:

- rysunków z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w trakcie robót,
- metryk mikropali,
- stwierdzenia zgodności zakresu robót z założonymi w Dokumentacji Projektowej,
- stwierdzenia uzyskania parametrów założonych w Dokumentacji Projektowej na podstawie badań określonych w pkt.6 niniejszej ST.

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

Jeśli 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 ST i przedstawić je do ponownego odbioru.

### 8.2. Sposób postępowania w przypadku uzyskania negatywnych wyników badań

W przypadku uzyskania negatywnych wyników badań Autor Dokumentacji Projektowej powinien stwierdzić:

- czy nie uzyskanie pozytywnych wyników badań jest skutkiem nie spełnienia wymogów niniejszej ST lub nie zachowania zasad technologicznych, czy też jest to wynik rozbieżności rzeczywistych warunków gruntowych od określonych w dokumentacji geologicznej,
- czy zachodzi potrzeba wykonania dodatkowych mikropali celem uzyskania wymaganej nośności fundamentu.

Jeśli potrzeba wykonania dodatkowych mikropali nie jest spowodowana winą Wykonawcy, roboty będą robotami dodatkowymi, za wykonanie których Wykonawcy przysługuje dodatkowe wynagrodzenie.

## 9. PŁATNOŚĆ

Płaci się za odebraną ilość metrów (m) wykonanych mikropali wg ceny jednostkowej, która obejmuje zapewnienie wszystkich czynników produkcji tj. :

- materiały,
- dostarczenie, zainstalowanie, późniejszy demontaż i odwiezienie sprzętu,
- wytyczenie osi mikropali,
- wykonanie mikropali,
- pobieranie prób do badań wytrzymałościowych,
- wykonanie geodezyjnego operatu powykonawczego,
- usunięcie z terenu budowy odpadów i pozostałości procesu technologicznego,
- wykonanie badań kontrolnych,
- uporządkowanie miejsca pracy.

Płaci się za każde badanie nośności przeprowadzone na podstawie dyspozycji projektu lub nadzoru inwestorskiego; warunkiem jest przeprowadzenie programu badania w pełnym zakresie określonym w projekcie badania nośności.

Wykonanie innych badań zleconych przez Kierownika Projektu (Nadzór Inwestorski) podlega oddzielnej zapłacie tylko wtedy, gdy wyniki tych badań potwierdzają jakość robót zgodną z wymaganiami Specyfikacji Technicznej.

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

### **10.1. Normy**

PN-83/B-02482	Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów na palach
PN-EN 1536:2001	Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale wiercone.
PN-88/B-04481	Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
PN-B-04452:2002	Geotechnika. Badania polowe.
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.
PN-82/H-93215	Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu.
PN-H-84023-6/A1:1996	Stal określonego zastosowania. Stal do zbrojenia betonu. Gatunki (Zmiana A1)
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.